

生物學實驗

李象元編

北平世界書局發行

EXPERIMENTS IN BIOLOGY

B Y

HSIANG YÜAN LEE

序

生物學者，研究生命之科學者也。因其爲事實的學問，故研究斯學者，應向生物之本身，以從事探討。若無精細之試驗，慎密之觀察，確切之證據；而僅憑道聽途說之譚言，集爲知識，單就玄思冥想之虛構，發爲言論；則匪特無價值之可云，抑且不能認爲科學之產物。夫生物學爲自然科學之一，吾人從事實驗，乃使吾人之學問，不致流於空想。常見吾國一般高級中學之授生物學者，往往以教科書爲中心。實驗課程，視爲無足輕重，或竟刪去，以圖利便。其結果，使學生所得之學問，往往有流於空想之虞。

考吾國坊間流行之高中生物學教科書，既鮮兼載實驗；而關於生物學實驗之書本，更寥若晨星。故此類書籍，目前頗爲需要。

余於編著高中生物學既竟，卽以此書之綱目爲經，而以歷年授生物學實驗之教材爲緯，編成此稿。原無問世之意。適朋輩中在高中擔任生物學課程者頗不少，關於實驗上之教材，恒來探問。其知余有此稿者，促余付印。余一方因朋輩之催促，一方又鑒於目前生物學實驗一類書籍之需要。不獲已，於紬編生物學未出版以前，將此稿倉卒付梓。世之授生物學者與習生物學者，若能善用此書，而實事求是。使學生所得之學問，不致流於空想，則編者之目的，認爲達到。至於書中謬誤之處，在所不免，增刪酌改，須俟將來。祇好求用此書者之原諒。

一九三一年二月四日，李象元序於北平。

序

(二)

生物學教師使用本書之注意

I 本書所載「實驗室工作一般之指導」，在未開始分課實驗時，宜擇其主要者(自第1頁至23頁)先講兩三小時。

II 本書實驗課目，共分九十課。若每週實驗兩次，每次實驗兩小時者，則一學年內可畢。在一次實驗，常可將兩課作完。例如「昆蟲」(第64頁至65頁)完全植物(第65頁)，可於一次實驗內作畢。有許多實驗課目，在兩小時內，勢難將一課作完。須延至數日或數週者頗不少。故教師宜許學生於課暇時繼續工作。其有須在實驗室外(例如野外)工作者，則教師宜指定地點行之。

III 實驗材料不能羅致時，則代以其他適當材料，若學校設備不足，則可將課目斟酌刪去，本書備載九十課者，原為教師有刪除之餘地。若一學年內每星期僅有二小時或三小時者，儘可將性質相同之課目刪去。

VI 一課中，其材料有時勢難同時同地羅致者(例如昆蟲之趨性(第82頁至83頁)，動物之發生及生命史(第145頁至146頁)等課。)則可由教師指定時間，地點；分期，分地實習。

V 一課中，有時需用衆多之器具，用品及材料，若不能盡行準備，則可擇一課中易行之實驗而行之。

生物學教師使用本書之注意

談生物學實驗室

一 實驗室之位置

生物學實驗室設於綠草繁茂，空氣清鮮地方之中央，喧噪之所，烟塵過多之處，宜遠避爲妙。蓋不適於實驗工作且妨害衛生者，均當遠避之。必不得已，亦宜以階前清潔爲之也。惟實驗室獨立建設而與他室分離，以目前我國一般高中而論，經濟上又不免有爲難之處，故通常與他室鄰接。此時宜設置於何處，當決定之。在建有科學館或生物學館之學校，實驗室即可設置於館內。若無該項建築物，其位置宜鄰接標本室，儀器室，藥品室，或理化實驗室。夫標本室及儀器室，及藥品室，不論何校均不可少，生物學實驗室與之接近，則師生工作皆感便利。至於上述諸室之方位，以在全校之南方或東南方爲佳，蓋南方及東南方所受太陽之光線與溫熱，最爲適當，實驗上使用光熱亦甚方便故也。

二 實驗室之構造

生物實驗室之位置選定後，則應注意其構造。實驗室之大，以足容一學級或一組之學生爲度。若容積過於大者，反於視力及聲音有害。採光之窗，以向南或向北爲宜。惟從事顯微鏡檢時，須注意光源之位置，光源固以日光爲佳，第忌直射光日，故實驗室之窗，北向較優於南向。南向之窗，若防直射日光，可用白幕或磨玻璃。

三 實驗室附屬特別室

爲生物學實驗上之工作便利起見，除一般實驗室外，當附設有標本室，儀器室，藥品室。至於教師預備室，定溫室，飼養室，普通物品貯藏室及其他特別室，若一一建設，在一般高中，誠非易易。故除標本室，儀器室，及藥

談 生 物 學 實 驗 室

品室爲不可少者外，其餘各特別室，若因地位及經費所限，則可酌量省去。

談生物學實驗的設備

生物學實驗所需的設備，如器具及一切用品，詳述於後，茲先就其重要者，而略陳之。

一 顯微鏡 (Microscopes)

現時歐洲製造顯微鏡之公司固多。而最著名者為德國之蔡司(C. Zeiss)及徠資(E. Leitz)。茲述此兩家製者如次。蔡司顯微鏡構造精良，價值昂貴，駐華經理該公司之顯微鏡為禮和洋行。蔡司顯微鏡詳述於後，茲從略。徠資顯微鏡較蔡司者價廉，今從其1930年顯微鏡目錄中，選擇適於生物學實驗用之三種述之。第一種為雙目單目并用顯微鏡GBT20/92，其鏡架(stand)與配合品A，全價大洋五百二十二元。其廓大力自五十倍至一千倍。第二種為顯微鏡H(有集光器(condenser))，即徠資昔日之顯微鏡VII-F，專供學生用者，其鏡架H(有集光器)與配合品A，全價大洋二百七十四元五角。其廓大力自六十倍至一千五百倍。第三種為顯微鏡H(有束光輪)(Wheel)即昔日徠資顯微鏡VII-F，專供學用者。其鏡架H(有束光輪)與配合品B，全價大洋一百四十七元六角。其廓大力自六十倍至六百二十五倍。至於各種顯微鏡之附屬品，可擇其適用而購之，駐華經理該公司顯微鏡為興華公司。

二 載物玻片及蓋物玻片 (Slide Glass (Object Glass) and Cover Glass)

顯微鏡下所用之載物玻璃片，謂之載物玻片。通常為長75m.m.，闊25m.m.，厚1-1.5m.m.。須購其光邊者為佳。所窺視之物體，如有液質，必覆以極薄之玻璃片，此玻璃片名蓋物玻片。其功用有三：第一防止接物鏡(objective)與藥品或液體接觸，第二使物體扁平，第三防止光之反射。其厚約 $\frac{1}{10}$ 至 $\frac{1}{4}$ w.m.

談生物學實驗的設備

，其形或圓或方。圓形者約19m.m.，方形者徑約18½m.m.。惟新入購時，其片面不甚透明，須先浸入鹽酸(hydrochloric acid)酒精(alcohol)(70%酒精100c.c.加純鹽酸六滴，即得。)約十數分鐘。取出，以清水洗淨，再以酒精洗之，用紗布拭乾，即可供用。

三 解剖顯微鏡(Dissecting Microscope)

解剖顯微鏡形式頗多，應用亦廣。在高級中學可採購徠資廠所製者。

四 擴大鏡(Magnifier)

擴大鏡一名蟲眼鏡，即用單一之透鏡(lens)者。形式有種種，有單一者，有兩三個相結合為一者。此等低倍鏡，不特為實驗室中常用之物，即在野外工作亦常用之，

五 解剖器(Dissecting Instrument)

解剖器除用於解剖外，在一般實驗時常用之。而在採集及標本製作時，尤為常用。

1. 鑷子(Forceps) 為撮物及箝物之用。除用於解剖外，用途極廣。形狀不一，有直，曲，尖頭，鈍頭等種類。而末端內面有齒狀者，有作犬牙交錯狀者，有具鉤者。其內面有紋者，則撮物時不易脫落。尖端內面作犬牙交錯者為箝取肌肉之用。以上各種均適於解剖動物之用。通常每人備曲直二種，及一細小而尖端尖銳者已足。至於尖端內面作犬牙交錯狀之鑷子，可數人共用一具。此外有大而長約八九寸之鑷子，為撮取浸製材料之用。備有一具，即可供多數人之用。

2. 解剖刀(Dissecting Scalpels) 用途甚廣，其刀刃之形狀不一，大小不同。其柄或為金屬，或為骨木。解剖動物以尖端尖銳者為適用。每人至少須備大小兩種。

生 物 學 實 驗

3. 解剖剪(Dissecting Scissors) 剪之大小不一，形狀亦有數種，有直形而末端尖銳者，或純頭者。有曲形而末端尖銳者，或鈍圓者。對於解剖動物，各因用途而各有便利之處。如鈍頭者，用以剖開腹壁，可免刺破內臟之虞。至在盤中解剖，則以曲剪較為利便。如每人能備大小二種，及各種形狀之剪，則於解剖動物及實驗上各種操作，均稱便利矣。

4. 斷骨剪(Bone Scissors) 剪斷小骨片用之，具彈簧。或代以通用剪刀之較強大者亦可。一具可供數人之用。

5. 斷骨鋸(Bone Saw) 鋸開動物大骨或堅硬介殼者用之。其大小形狀不一，各因其用途而異。其適於解剖動物之用者，可備長五六寸之有柄小鋸。一具即可供數人之用。

6. 解剖針(Dissecting Needles) 此為裝柄之針，其柄以金屬或骨木為之。針身直而尖，末端或稍形彎曲。然其尖端皆以尖銳者為適於解剖動物之用，每人備直而尖者一種即足敷用。

7. 剃刀 (Shviang Knife) 刃極犀利，能斷堅韌之物。作植物組織切片時常用之。而解剖動物，亦間用之。每人備一柄已足。

除上述七種器物外，尚有探針 (probes)，練鉤 (chain hooks)，雙鉤 (double hooks)，鑿卵鑽(egg drill)，銀簞(silver spatula)，吹管(blowpipe)等，均屬於解剖器。儀器公司出售之，解剖器有用盒載若干種者，此種裝置，攜帶頗便。解剖盤(dissecting pan)常以之屬於解剖器。然為明瞭起見，故本書以解剖盤與解剖器相提並論。解剖盤主為解剖小動物所用，以洋鐵或鋅板造成。大小形狀不一。以長尺許，闊六七寸，高寸半乃至二寸之長方形者為最適於用。然多備大小數種則更佳。盤底敷以薄蠟，以便解剖時刺帽針之用。此蠟層日久易脫，故在離盤底四五分之內側，三面附以洋鐵或鋅板之突起

談生物學實驗的設備

，以防止之。

六 切片機(Microtomes)

切片機之常用者有三種：即手搖切片機，手推切片機及簡式手切片機是也。高中宜備第一種及第三種各一具。至於凝結切片機，尋常用之者較少。

七 玻璃罐(Glass Jar)

為大形之鐘形玻璃罐。頂有孔，近底之側面具小孔，套入穿孔之軟木塞。以玻璃管插入木塞之孔中，使玻璃管之一端達於罐內，一端仍留於罐外，其留於罐外之一端，連以橡皮管，有活鉗以司橡皮管之啟閉。以液體從頂孔傾入罐內，以軟木塞緊塞頂孔。如欲需用某種液體，則使活鉗張開，則水從橡皮管流出。實驗室中宜備此種玻璃罐數個，分貯常用之液體，如蒸溜水 (distilled water)，各種度數不同之酒精是也。

八 掛圖(Wall Charts)

凡實物不易羅致，或鮮有機會施以解剖者，不得不以諸種掛圖及模型代之。夫實物代用品之必須酷肖實物，固不待言。然有時須略變實物之形式者，如擴大實物之細微部分，而得明視微渺難辨之點，是其優點也。掛圖以自製為佳，從書局或儀器標本公司購備亦可。如用本書為實驗之教本，則可於各課本應用之掛圖，酌量預先準備。掛圖有不設圖軸而製成硬片者，張掛之時，須以挾新聞紙之架挾之，懸於適當之處。掛圖在平時宜藏於櫥內。

九 模型(Models)

模型功用與掛圖同，可向標本公司購其重要者，如人體模型，蚌之內臟模型等是也。凡模型平時宜妥藏於櫥內，用時方可取出。

談 學 校 園

學校園之主要材料，爲動物植物兩界。學校設有生物學課程者，其校園宜區爲小規模之動物園及植物園，分述如次：

一 動物園

動物園之區劃分類，常因土地情形及實驗所需之材料多寡而異。故其地積不必規定。植物園雖亦與此理相同。然其中材料之分類，大小，略有一定，故其地積之規定較易。動物園貴設飼養陸生水生動物之處，且備各種之飼養料。第須用特別之管理員或特別園丁，事極繁瑣，於高級中學頗感困難，即規模過於宏大，亦非所宜，且在高中生物實驗所需之材料，不必過多，即已足用。至如淡水所產之下等動物，有時可飼之於園內的水池中，或設水甕，或水族器飼之亦可。動物園又須設飼養禽獸之處，此事與農科頗有關係，故設有農科之高中，對於生物實驗上常需之材料，如家雞，家兔，天竺鼠等，均可置之於農舍內。昆蟲之用爲生物學實驗材料者頗多，其飼養不甚費工。尋常不必設別特飼養之室，僅備飼蟲器貯之可矣。若設有飼養室者，則置飼蟲器於室內亦可。或爲地方及經費所限，則水族室亦可省去。但水族器用途甚廣，必須製備。又有穿一池向放飼諸種動物於其中者。若依地方情形而宜教水產學之學校，則此種設備，實爲要圖也。

二 植物園

植物園之花壇可分爲自然分類花壇與特用植物花壇兩種，分占適當地域。此兩種花壇中又各分爲衆多之花壇，其位置及構造，固宜隨地位而斟酌之，亦應從栽培管理之便否，與夫點綴風雅之旨趣，而採種種之形式。故花壇有築成圓形或橢圓形者，有築成長方形者，更有築三角形者，或其他形式者

談 學 校 園

。各小花壇以瓦片或芝草等爲境界。各界間通以小徑，以便觀察，遊賞，管理，及採集通常孢子植物多生於陰溼之地或池沼之區，乾燥之花壇，不易栽培之，故應特造卑溼陰暗之地，或堰水使地溼潤而栽植之於此。或僅植此等植物於固有之陰溼地亦可。至於水藻之類，則可於園中造池植之，或於花壇內埋水甕栽之亦可。花壇之布置，通常雖以採用自然分類爲較多。然實際上須根據校園之地積與教授上及實驗上必需之點，而決定取捨選擇。不特各門植物如是，即各科中之各種亦然。又如喬木，灌木，暨草本，亦可變通其所採之方法，而分別植之。此外如實驗上需用較多之植物，即特設花壇植之，亦無不可。各種植物宜附以大小不等之標牌。標牌宜記以科名，種名，本國名，及原產地。其他必要之事項，亦可簡單記入之。標牌可用木板或金屬板製成。以上所論，僅爲規模較少之植物園耳。其較完備者，宜設溫室寒室。溫室之構造，雖有種種，其費用小者，則建築向太陽之小舍或土室，以玻璃蔽之，夜間則覆以藁蓆等物，寒室之構造反之。在我國北方各省，溫室之建築，較爲需要。若爲地方及經費所限，亦宜多備實驗用之盆栽植物，冷時可遷入室內。則實驗上材料之供給，方可無缺乏之虞也。

生物學實驗目次	頁 數
實驗室工作一般之指導.....	1—52
生物與無生物.....	53
生活的蝗蟲.....	53—55
蝗蟲之外部構造.....	55—57
蝗蟲之內部構造.....	57—61
蜜蜂或野蜂.....	61—62
蝶.....	62—64
昆蟲.....	64—65
完全植物.....	65
花.....	65—68
向日葵.....	68—69
胚囊及花粉管.....	69—70
植物之細胞.....	70—72
動物之細胞.....	72—73
細胞之分裂.....	73—74
動物之組織.....	74—76
植物之組織.....	77—80
植物之趨地性.....	80—81
植物之趨光性.....	81—82
昆蟲之趨性.....	82—83
動物之運動(肌肉活動).....	84—86

目 次

神經系統	86—87
感覺器官	87—90
動物之骨骼	90—92
食物中之澱粉	92—93
食物中之葡萄糖與甘蔗糖	93—95
食物中之蛋白質	95—97
食物中之脂肪	97—98
人的消化系統	98—99
澱粉之消化	99—100
蛋白之消化	101
脂肪之消化	102
氮與火	103—104
氮化之結果	104
動物之呼吸	105—107
人工呼吸法	107—108
循環系統	108—110
血管中血液之運動	110—111
血液	111—113
動物之排泄器及其排泄物	113—114
根之構造及作用	115—116
滲透作用	116—117
種子栽生的幼植物之消化	117—118
莖之構造	118—120

生 物 學 實 驗

植物之轉運作用	120—121
葉之部分與形態	121—122
葉之配置	123
葉之構造	123—124
葉中澱粉之造成與光線之關係	124—125
葉綠素與澱粉之造成	125—126
光合作用時氧之放散	126—127
紅葉與落葉	127—129
植物之呼吸	129—130
蒸發作用	130—132
植物之排泄物	132—134
種子之構造	134—135
玉蜀黍之粒實	136—137
種子發芽與水分之關係	137—138
種子發芽與空氣之關係	138—139
種子發芽與溫度之關係	139—140
種子發芽與養料供給之關係	140—141
種子栽生的幼植物之構造	141—142
果實與種子之傳播	142—143
動物之生殖	144—145
動物之發生及生命史	145—146
動物與溫度及濕度之關係	146—147
動物與光線之關係	147—148

目 次

互棲與寄生	148—149
植物之病原菌	149—150
細菌	151—153
黴菌	153—154
土馬騾	154—155
羊齒	155—157
馬尾松	157—158
變形蟲	158—160
美眼蟲	161
草履蟲	161—163
海綿	163—164
水母	164—165
肝蛭	165—166
蠅蟲	167—168
海星	168—170
蚯蚓	170—172
蝦之動作及其外部構造	172—174
蚌	175—177
鯉魚之動作及外部構造	177—180
鯉魚之內部構造	180—181
蛙之動作及其外部構造	182—183
蛙之內部構造	183—184
喜鵲	185—186
家兔	186—188
生物學實驗的補充工作	189—220

生物學實驗

實驗室工作一般之指導 (SOME GENERAL INSTRUCTIONS FOR LABORATORY WORK)

一 學生應置備之物品

下列諸種物品，除少數常由學校供給及代辦外，其餘均由各生自備。大多數之物均可從商店購得之。其中有數種物品，因恐學者不明其用途，故附帶說明。

1. 繪圖紙 以橡皮紙為佳。其方式可由學校規定，通常印有校名與生物學實驗，以及學生姓名，年級，日期等字樣。各生可向學校購之。需用數目，應由教員酌定。

2. 報告紙 以活葉本為佳，每本至少須百頁。此種報告紙專供作報告及記載之用。為劃一此種紙之形式起見，能由學校代辦，再轉售各生則更佳。

3. 韌紙套 其數目可由教員指定，其上面須印有生物學實驗等字樣，故可由學校轉售各生。此種紙套為藏報告紙之用。

4. 筆記簿 每人自備一本，為尋常記載及抄錄之用。

5. 回扣針 須備大小兩種，每種約五十枝。

6. 鉛筆 以 Venus 繪圖黑鉛筆為佳，我國所製之鉛筆亦可採用。每人至少須備軟硬三四種。

7. 鋼筆 以小者為合宜，須連筆尖四五個者。

8. 墨水 以黑色者為佳，每人可備一瓶。

9. 沙紙 以上等者為佳，可購置兩三片，供磨鉛筆之用。

10. 橡皮 以斜角者為佳，購置一塊，即敷應用。

實驗室工作一般之指導

11. 小刀 普通小刀一張，供削鉛筆，切紙，及其他用途。
12. 木尺及捲尺 每人至少備有兩種，一為權度製造所出售之木尺，以一邊為米達尺，一邊為中國尺者為合式。一為捲尺，以一邊為密達尺，一邊為英尺者為合式。
13. 貯物匣 每人須備有一個，為貯藏各器物之用。
14. 解剖器 通常由學校分發各生，但學校如無此項定章，則每人應自置一副。
15. 載物玻片及蓋物玻片 通常由學校分發各生，惟學校若無此項定章，則諸生宜自備。其數目可由教員酌定。
16. 紗布 以富於吸收性者為佳。專供擦淨載物玻片及蓋物玻片之用。

二 學生在實驗室中應注意之幾點

I 觀察時應注意之點 觀察為生物學實驗上重要工作之一，舉凡報告，記載，繪圖之正確與否，全賴觀察為根據。根據觀察之結果，再下判斷及決定，即可得實驗之結果。故研究生物，靡論若何精密，苟觀察不確，則結果必生謬誤。觀察時無論為肉眼的觀察，或器械的觀察，均應注意用沈毅之精神，虛心從事。而第一次之觀察，尤應萬分謹慎，蓋一般人均有「先入為主」之心理，如第一次觀察不確，則其腦海中所印之謬點，恒牢不可破。此種觀念，實為研究生物者大忌。是以觀察一物，決不可含糊了結。若麻胡一看，即認為正確，殊非習生物學者所應持之態度。習生物學者，觀察之際，均應忍耐從事，仔細反覆，以探出其真面目，迄毫無容疑，方可罷休。若有懷疑，不妨繼續行第二次乃至三次四次，以求達到正確之目的。有時並須參酌衆多之被檢物，互相對照，不應僅就一個觀察即認為正確。惟謹慎之中，同時仍須具敏銳之眼光，否則多疑而無決斷力，亦為缺點。

生 物 學 實 驗

II 記載時應注意之點 學生觀察試驗所得之結果，除用圖畫表示外，常用文字以記載之。斯時應注意者，為記載之文字，須敘事詳實，字句簡單。若僅屬於記載，并須用生物學上一定之形式及一定之術語，而其主眼全不在文體與文調也。記載時遇有冗長文字，可用記號或略字代入，則不特作者感其便利，即閱者亦易於明瞭。今將最通用之幾種，略陳如次，學者不可不加以注意。生物性別的記號，雌性者用♀記號，雄性者用♂記號，中性者用♂記號。寫生之圖其放大之倍數，可用X的略字表示。例如五倍即寫“X'5”，異常簡單。此外應注意者，即他人之記載，斷不可抄襲，以免養成欺偽習慣。又當一方面從事觀察或檢查，而他方面又須記載之際，非特注意眼與手之運用，更須注意運用種種器械之助力，方不致陷於謬誤。

III 繪圖時應注意之點 繪圖為生物學實驗中之一種重要工作，且可補文字報告及記載之不足。繪圖時宜依照實物描寫，書本中之圖或懸掛之圖畫，及教員寫於黑板上之圖，雖可作參考之用，而不可直接描摹。生物學實驗上之繪圖既以寫實為原則，故不在於藝術之立場，而以仔細分析為主眼。每於着筆時，宜將原物處處與圖書仔細比較。務使所繪之圖，各部足以代表所見原物被摹之部分。有時雖繪一簡單圖畫，說明一種特點，亦宜謹慎從事。寫生普通用黑鉛筆描摹。凡描摹實物之先，宜注意實物之各部形態，或某一部形態，次用尖銳而堅硬之鉛筆，就所需描摹之物體或其一部之略形，輕輕作一大概之輪廓。復將比例數不符之處或錯誤之點，加以改正。并宜謹慎追尋此正確之線迹，使得一清潔明晰之單線。舉凡粗線，複線，不正確之尖端，以及連絡的兩線間之缺口等，均宜使其絕迹。雖微細之點亦宜保持其正確之形狀，與夫相當之大小，蓋雖極微之謬誤，有時亦足以擾及視官也。圖之大小，以能表示需要之部分為滿足。陰影之需用稀罕，如必須應用，亦以明

實驗室工作一般之指導

晰爲要。科學應用上繪影之優良方法，即用筆作最精細最規則之小點，利用衆多之小點可使陰陽分明。如用墨水畫成，仍須先用堅硬鉛筆，輕細鉤出輪廓，次用鋼筆蘸墨水，細緻繪成。至於水彩圖畫，在普通生物學實驗時，用之者較少。一頁之上如繪有兩圖，則彼此不宜過密，所以留爲附註或說明之餘地。然一紙而繪兩圖，終非善法，故當一圖繪完之後，通常即另換新紙。

IV 圖畫附註時應注意之點 圖畫之各頁必須依次記以羅馬數目字，標明於其右上角，而學生之姓名，年級(或附加某組)，及實驗日期等，可填書於學校印好之字樣的後方，否則附註於其左上角。圖中之各部或主要部，必須引以直線或點線，而附以該部之名稱文字。此名稱文字，謂之術語。通常中西文字併用，即中文居前，西文居後，西文之外，可加括弧。通常書完全之名，或僅書其名之第一字母或第一第二字母。而於圖之下方，加以說明。總之，以不妨害圖畫爲適合。圖畫如以鉛筆描寫者，則附註之字亦宜以用鉛筆書之。漢字固以楷書爲合宜，即用西洋文字，亦應採用其正規之字母。圖之標題，則可書於圖之上方或下方。所寫之字，均以橫寫爲宜。

三 供鏡檢用之標本的裝法

凡供顯微鏡檢查用之標本，原則上須置於載物玻片 (slide glass) 上，其上則覆以蓋物玻片 (cover glass)。非圖保存之標本，通常在裝標本於載物玻片後，隨加蒸溜水一滴，然後以蓋物玻片覆之。惟有時因狀況之各異，可將標本貯於凹窩玻片 (hanging-drop slide) 或淺玻皿之水中或水溶液內。其須圖保存貯藏之標本，經適當之手續後，大都用坎拿大樹脂 (Canadian balsam)，使蓋物玻片與載物玻片互相密着而封固之。或用與玻璃有類似屈折率之媒合物亦可。

四 顯微鏡之構造及其用法

顯微鏡 (Microscope) 既為生物學實驗室中最重要之器械，故使用顯微鏡亦為實驗室中重要工作之一。夫欲悉顯微鏡之原理固難，而應用之亦匪易事。本書對於其構造及用法之基本知識，略為陳述，使學者參考，得於短期內可以成功。

I 顯微鏡之構造 考顯微鏡之構造，不外為器械的及光學的之二部。光學的構造以透鏡 (lens) 為主要。因其配合之不同，可分為單式顯微鏡與複式顯微鏡兩種。前種主成於雙凸鏡及平凹鏡，擴大力弱，所現之像為直像。後種普通簡稱為顯微鏡，構造複雜，其構造亦恒因繁簡大小而不能一致。茲主就蔡司 (Zeiss) 廠所製之複式大顯微鏡 (第一圖) 述之，而中等大顯微鏡及小顯微鏡亦附帶述及，但不專就蔡司廠所製者而言也。

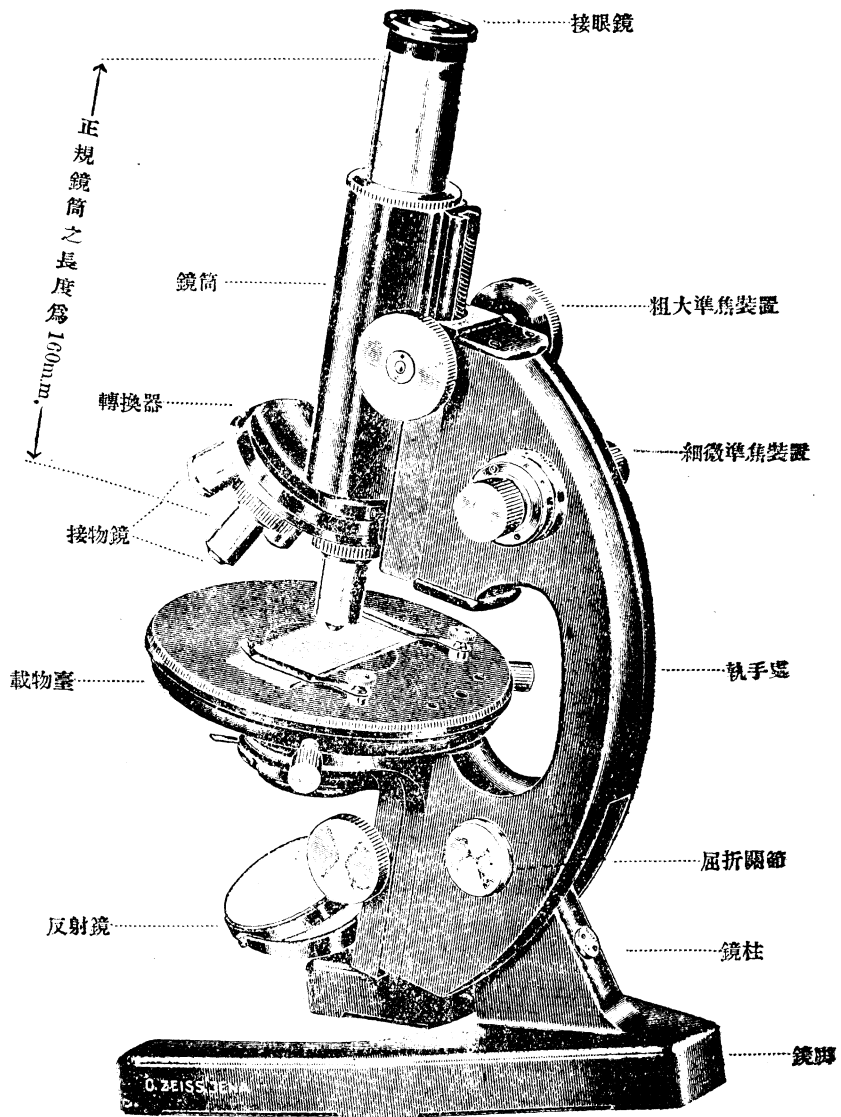
1. 鏡架 (Stand)

壹. 鏡脚 (Foot) 在鏡架之下部，係自三個支重點所成，形狀略似馬蹄鐵，堅實而重。

貳. 鏡柱 (Pillar) 立於鏡脚之上方，大顯微鏡及中等大顯微鏡分為上下兩部，上部曰上柱 (upper pillar)，下部曰下柱 (lower pillar)。中有屈折關節 (inclinable joint)，能任意屈折，即在九十度之範圍內，可成任何之角度也。名廠中如蔡司廠所製之大顯微鏡，其上柱之一部分，常向內鑄成圓形，適成為執手處 (handle)。

叁. 載物臺 (Stage) 屈折關節之上為載物臺，乃載被鏡檢標本之平面臺也。其形或圓或方，臺之中央有孔。在大顯微鏡之載物臺，其形圓，分為上下兩層，上層能迴旋運動。在載物臺上面之兩旁，有鎮壓夾 (clips) 此鎮壓左右各有一支，所以備緊壓盛有標本之載物玻片的兩側，使不易移動也。又欲使標本受有系統的鏡檢，則宜用特別之載物臺即稱為十字方向移動載

實驗室工作一般之指導



第一圖—顯微鏡

(原物縮小一半)

生 物 學 實 驗

物臺 (mechanical stage) (附機械的載物移動器) 者是也。此種載物臺左右兩側之螺旋，若同時以同速力順旋則臺向前方，反旋則臺後退。同時一個螺旋順旋，一個螺旋反旋，則臺即向側方移動。單式十字方向移動載物臺之遊動距離，對各方約為 10m.m.。如須較此更大之遊動距離，或標本之某處，俟移動後，而欲再行檢獲，則可用具有奇零遊尺 (vernier scale) 之機械的載物移動器最為便利，其遊動距離橫 50m.m.，縱 30m.m.。顯微鏡之載物臺以與機械的移動器能相結合用者為便。

2. 鏡筒 (Tube) 為聯絡鏡頭之部分。在適正裝置，連於鏡架之柱，分為內外二層，能任意抽出，表面刻有耗之度數。正規鏡筒之長度為 160 m.m.。在鏡筒之上端部插入接眼鏡者，此部稱為接眼鏡插入筒。在簡單之複式顯微鏡，或鏡筒下端即可與接物鏡固定。在中等及大顯微鏡，同時於鏡筒之下端，能固定二個或二個以上之接物鏡。檢查時交換甚便，此固定器即下述之轉換器也。

3. 轉換器 (Revolvers) 轉換器之足為標準者，可以固有接物鏡四個，此外尚有三個或二個接物鏡用之轉換器者。其在四個接物鏡用之轉換器上的普通組合法。除固定三種接物鏡 (即乾燥系低倍率接物鏡，高倍率接物鏡，及油浸接物鏡。) 之外，常留一空位，可以裝特別必要之接物鏡。此第四個接物鏡常為倍數特別低弱者，尤宜作為初學者便於焦點調節而用，否則此空位亦可用以裝暗視野用之特殊接物鏡也。

4. 準焦裝置 (Adjustment) 鏡檢時因接物鏡與物體焦點之距離及視力之各異，而使之適當者，謂之準焦裝置，亦名適微裝置，或調節裝置。此種裝置分為粗大與細微兩種。前種用粗螺旋，使鏡筒上下。後種用細螺旋，舉抑鏡筒之力極微。前種稱為粗大準焦裝置 (coarse adjustment)，後種稱

實驗室工作一般之指導

爲細微準焦裝置 (fine adjustment) 。其位置因顯微鏡之大小而異，小顯微鏡常僅有一枚，在鏡柱之上端，右旋則鏡筒向下，左旋則鏡筒向上。中等大顯微鏡左右各一，在鏡柱之內側，前轉則鏡筒向下，後轉則鏡筒向上。在大顯微鏡則兩種裝置俱備。夫當行高倍率接物鏡之焦點調節時，因其轉動過速，仍不免有缺憾之點，於是應此需求，遂有細微準焦裝置之設立，對於細微準焦，始無遺憾。細微準焦裝置之構造部，多藏於鏡柱之內，祇有測微調節螺規，突於鏡筒撐持處之兩側。在左邊之螺規頭上，鏤刻細分度，每一分劃，所以表示鏡筒 0.002m.m. 之運動，螺規之一全迴轉，即表示鏡筒 0.1m.m. 之運動也。

5. 接物鏡 (Objective) 爲與鏡檢對像標本最相接近之透鏡，即在圓筒中以數個透鏡組合而構成之。因各鏡面合作以擴大物體。接物鏡擴大有強弱之分，其鏡面玻璃之直徑稍大者，謂之低度鏡，直徑較小者，謂之高度鏡。凡具有色彩收差與球面收差之矯正 (chromatic and spherical corrections) 之性的對物鏡，與普通單純之透鏡不同。具此矯正性之對物鏡，有除色對物鏡 (achromatic objective)，避色對物鏡 (apochromatic objective)，螢石系統對物 (fluorite objective) 等之分。靡論如何，近世所見優秀顯微鏡透鏡之間於世者，要歸在於阿培 (Abbe) 氏及旭德 (Schott) 氏兩人協力所發明之新玻璃。蓋色彩收差之矯正之根基，於此開其端緒也。復有阿培氏之創造，發明避色接物鏡，於是色彩及球面兩收差，更得進一步之匡正。在此種接物鏡中，有以多至十二個透鏡構成者。至於螢石統系接物鏡乃位於除色與避色統系之中間，其對於兩收差之矯正及價值，亦介乎其間也。在接物鏡之上，皆附有英國式螺旋，所以與轉換器或鏡筒下之雌螺旋相接合也。對物鏡之螺旋，凡爲名廠之出品，均可與他廠鏡架交互組合而用。接物鏡在應用上有乾燥系 (

dry system) 及浸涵系 (immersion system) 兩種。前種在當鏡檢時不用任何液體。後種在鏡檢時加水或油，其擴大力較前種為強。浸涵系分為水浸涵 (water immersion) 及油浸涵 (oil immersion)。水浸涵今已不行矣。

6. 接眼鏡(Ocular) 插入鏡筒之上部者，與鏡檢者之眼最為接近。乃在金屬製之筒內，上下填裝二個透鏡而成。中央有中隔盤(diaphragm)。接眼鏡之擴大力不及接物鏡之強。用除色統系接物鏡時，常與海庚氏接眼鏡(Huyghens ocular) 併用，然該接物鏡之開數 (numerical aperture) 若至 0.65 或其上者，則與色彩修正接眼鏡併用為宜。如接眼鏡倍數須特別大，而除色接物鏡之開數，僅在 0.65 以下者，此時以用正視接眼鏡為最適當。此外又有教室指示用接眼鏡 (demonstration ocular)，測微接眼鏡 (micrometer ocular)。前者為示教之用，後者為計算之用。所謂測微接眼鏡者普通以七倍之接眼鏡與接眼測微計相組而成之裝置的總稱也。此接眼鏡之上部透鏡。用螺旋連合，或直接插入以連合。所謂接眼測微計者，即在玻璃板上刻劃度數，以之置於接眼鏡之下部，即嵌入接眼鏡光圈上。但須與該光圈平穩貼合。若在螺旋筒調節式，則接眼鏡之下端，可以旋下，然後以測微計嵌置於接眼鏡光圈。接眼鏡測微計通用者，如以 5m.m. 分為五十分之刻度，惟尚有他種分法。測微接眼鏡上部透鏡，因有螺旋之活動物，得隨意調節，至測微計分割清晰而止。至其插入鏡筒以供應用，則與普通接眼鏡固無異也。最後，當在此節，就廣大視野所用特殊接眼鏡而略陳之，是即所謂雙眼接眼鏡 (binocular eyepiece) 也。因其可以用雙目而行鏡檢工作，故對於需要長時間作業之際，所給與操作者之便利，當非淺鮮。且以其優點能使映像化成立體，故用此裝置，則標本細部之層次，可以一目瞭然。此種裝置若為名廠之出品，其構造異常精巧。無論與何種高度接物鏡相組合而用，殆無困難之處。蔡司廠所製雙

實驗室工作一般之指導

眼接眼鏡及「皮都克尼」(Bitukni) 兩種，足為斯類之代表。

7. 接眼鏡攝影裝置[福柯](Photomicrographic Eyepiece "Phoku") 為一新式而簡便之暗箱，當標本行檢驗時，同時可供顯微鏡射影，攝影之用也。

8. 照明裝置(Illuminating Apparatus) 處於載物臺下方之各部，統稱為照明裝置。其主要任務，為輸送光線達於標本，而供照明之用。下述之反射鏡，遮光裝置，集光器等皆屬於照明裝置。

壹. 反射鏡(Mirror)，反射鏡之一面為平面鏡，一面為凹面鏡，可向任何方向移動。如無集光器而行鏡檢之時，則反射鏡之平面凹面均可用。自平面鏡反射者為平行光，自凹面鏡反射者為集合光，其凹面比較的反射強光線。集光器之構成原僅用於平行光線，故以與平面鏡同用為原則，惟當光線微弱之時，用凹面鏡者，其結果反佳。

貳. 遮光裝置(Blind) 分為以下數種：

A. 圓坂光圈裝置 為迴旋自如之圓坂，上具大小不等之孔。

B. 圓筒光圈裝置 為嵌合於載物臺小孔內之圓筒狀遮光器。各器上端有小孔，大小各異。

C. 虹彩光圈裝置 狀如瞳孔中之虹膜，能隨意開閉大小，為遮光裝置中之最便者。

此等光圈裝置在不用集光器，而僅用反射鏡照明時，均可用之以調節照明面積。

叁 集光器(Condenser) 常自多數透鏡組成，在載物臺通光孔之下。用油浸接物鏡及高倍乾燥式接物鏡之鏡檢，常與矯正色彩收差之集光鏡併用。大抵集光器上部之透鏡或透鏡結合部之一部分可以旋下，其所餘下部之透

鏡部，可獨作開數較低，焦點距離較長之集光器用。透鏡容於筒中，插入集光器支持環以供應用。在大顯微鏡，其支持環皆有高低移動裝置，藉齒輪作用，共達準焦之目的。此外有所謂轉出式集光器，乃由普通集光器與圓筒光圈裝置而成。并附有虹彩光圈裝置，故當虹彩光圈全部開放時，則集光器可轉入供用，若須虹彩光圈單獨使用時，則可將集光器轉出而移於外側。

II 顯微鏡之用法 顯微鏡之構造，既如上述。茲進言其用法。其詳當見於其他專書。現為學者易於明瞭起見，先就其用法之大略，概括言之，次乃分節陳述，庶使學者無見樹而不見林之弊。當從容器或鐘形玻罩取出顯微鏡，置於桌面之適當位置，如見接物鏡，接眼鏡，反射鏡，集光器等部，附有塵埃，則宜將其除去。先結合接物鏡，次插入接眼鏡，以柱近作業者，而使架脚開放之端向前。乃置盛有標本之載物玻片於載物臺上，以左手拇示兩指固定之，轉動其反射鏡，使向光處，須得光之焦點集於載物玻片上之被檢物。於是前轉準焦裝置，使其鏡筒沉降，至低倍接物鏡面將與蓋物玻片幾接觸為止。乃以左眼從上窺接眼鏡，以右手徐徐逆旋準焦裝置，使鏡筒漸漸向上，至得明視物體，即當釋手。有粗細兩準焦裝置之顯微鏡，則先用粗大準焦裝置，使被檢物粗合於焦點。再用細微準焦裝置，使其細微之點與焦點相一致。練習之始，宜先用低倍擴大，繼用高倍擴大。用低倍擴大者，被檢物與接物鏡之距離大，用高倍擴大者則距離小。其置被檢物之處，即集光器部分之透光孔，現白圓形，此部分謂之視野(field)。假令現出之物體偏於視野之一方，則宜用左手移動載物玻片，有移動器之顯微鏡，用之最便。否則以拇示兩指移動載物玻片。動時應極徐緩，不可急遽。惟此物像，由實物倒映而成。如移物像於左，必將物體移動於右。俟達到目的後，然後以鎮壓夾固定載物玻片。如行油浸涵時，先滴油一滴於標本片上，自側方觀察，令接物鏡僅觸

實驗室工作一般之指導

於油滴。然後始由接眼鏡下覘物像，如見物像朦朧，則以細微準焦裝置調節之，使達明瞭之度可也。顯微鏡用畢，應拆卸納諸箱中。凡常用之者，可以褐色或紫色鐘形玻罩 (bell jar) 覆之，既可避塵埃及日光，復可省却麻煩。顯微鏡用法之大要，已如上述，茲更分述如次：

1. 照明法 為鏡檢上之最重要者，與光源位置及日時有關。光源以太陽光線為佳，惟直射日光不宜使之投於反射鏡，故鏡檢以用北窗為宜。若用其他方向之窗，則宜設法以防直射之日光，其方法已詳於前。又作業者之面部，固應避免對窗，然若窗之上部，用幕遮之，亦可以使強光線不致直射於眼。同時顯微鏡之位置，宜緊靠窗緣，如是則反射鏡可受同等度之照明。天光以自白雲反照者為佳，青色天光不良，天色過暗，當亦不宜於鏡檢。蓋太陽光線非每天一致，故欲得絕對無變化之照明，則須用人工光源，如煤油燈，煤氣燈，電燈(以白熱燈為佳)等皆是。最普通所用之人工照明為電燈照明裝置，即稱為顯微鏡用電燈是也。係與一用作集光器及冷却器之玻璃燒瓶組合而成。此玻璃瓶滿盛蒸溜水，當裝置內通電流之際，則得微帶黃色之光線。若此水中加入硫酸銅 (copper sulphate) 液，則與太陽光線甚似。今可先將硫酸銅溶於錒水中製成濃液供用。用時將該液滴入貯水之瓶中，至所需色之濃淡為止。當弱倍數行鏡檢時，用尋常電燈泡照明已足。若須用強烈光線時，則可專為此燈所製特種一百華脫 (100 Watt) 之暗視野電燈泡。在標本片置於載物臺上之後，則可將反射鏡轉動，使視野得均等照明為度。如光源自窗而來，則窗格以不用為佳，否則亦愈少愈妙。如用人工光線，則應將光束導於反射之中心。斯時因圖便於知光束之位置起見，宜以白紙置反射鏡上以當光線。若用顯微鏡用電燈裝置時，則須調節適當之距離。行此種手續時，先將電燈裝置內之磨玻璃板取出，乃在虹彩光圈上，置放白紙，然後將燈之

位置逐漸變動，以求適當之距離。復將磨玻板插入電燈裝置內。用低倍數接物鏡之際，集光器準焦後，視野常不能照明。欲免此缺點，則可旋去集光器上端透鏡。視野均等照明後，其次不可不顧慮光力之調節，此層在集光器置於下位時，因虹彩光圈之開閉，可以處理之。尤以用高倍數接物鏡時，其工作最為重要。欲減照明之光力，其法維何，即將所附屬於鏡架之磨圓玻片，插於集光器下位之支持環（其在阿培氏完全照明裝置，則為虹彩光圈支持環）可也。又虹彩光圈裝置開口之適當增減，以變其大小，實不能守一定之規律，故不如依實地經驗，以求其適宜之度。然其原則學者仍須加以注意。即凡照明光束之直徑，必須恒在接物鏡口徑以下。若照明光束較大時，則映像照明之度，反失之過強。事實上在多數情形，光束直徑倘小於接物鏡口徑時，其效果往往佳良也。

2. 倍數測量法 顯微鏡擴大倍數之大小，不難測定。茲以實例說明簡單之倍數算出法如次。即以接物測微計置於顯微鏡載物臺上，而使廓大映像投射於距離接眼鏡 250m.m. 平面白紙上，且使與顯微鏡軸線成垂直，以免歪斜。今欲圖便利觀察映像明晰起見，可使實驗室之一部分變為黑暗。今如測微計上三十條線，均各劃成 $\frac{1}{100}$ m.m. 之距離。則三十條線之總和為 0.3m.m.。今如映像所量之長為 120m.m. 則擴大倍數為 $\frac{120}{0.3}$ ，或四百倍(400x)。如映像須投射一較大之距離，則擴大倍數亦應增加，惟 250m.m. 之距離，正符吾人健全肉眼行鏡檢之用，適為顯微鏡擴大倍數之適當標準，若隨意變更距離而決定倍數者，非所宜也。

3. 擴大力大小之運用法 在尋常實驗，若用新式蔡司接眼鏡與接物鏡之時，則無測量擴大倍數之必要。此其故因各種透鏡之單獨倍數，均鏤刻於鏡頭筒部之上，故即以所用接物鏡之單獨倍數，與接眼鏡之單獨倍數相乘

實驗室工作一般之指導

，其所得之乘數，即示總擴大倍數也。由是可知若接物鏡 10(4m.m.) 與接眼鏡 10x (十倍)同時運用之際，則得擴大鏡倍數四百倍。若以同倍接物鏡與十五倍之接眼鏡相組合者，則擴大倍數為六百倍。惟此正規鏡筒之長度，仍須保持 160m.m. 之距離也。生物實驗所用之顯微鏡，其接物鏡與接眼鏡通常每具當各有兩三個乃至三四個之組合。則實驗之際，可廓大至適度之大。尋常販賣之顯微鏡，有組合接眼鏡及接物鏡兩三個乃至三四個之倍數表。此表當購顯微鏡之際，即附屬購入。實驗之際，可組合鏡頭擴至適度之大。

4. 用低倍數之鏡檢法 初學者開始練習鏡檢，宜先用其顯微鏡中接物鏡倍數之最低者，依次改用高倍數之接物鏡。即在有經驗者，在開始檢視標本，亦常先用低倍數之接物鏡，窺察標本之全部或大部分。蓋由是可悉某種特別部分之細部所在也。用低倍數接物鏡，在載物玻片上與鏡筒或附於鏡筒之轉換器旋合，再以低倍數接眼鏡插入鏡筒上部。於是旋轉粗大準焦裝置，使接物鏡幾與蓋物玻片相接觸。其時，吾人之眼須與載物臺取並行位置，注意鏡筒沉降之程度。不可以接物鏡壓及蓋物玻片，否則不惟蓋物玻片破壞，而接物鏡亦有毀損之虞。於是透視接眼鏡，而逆旋粗大準焦裝置，使鏡筒上升，至標本廓大之映像出現為止。設不幸，在不經意時，已經集焦之映像，一瞬即逝，則宜將此手續之順序再行之。在映像已由粗大準焦裝置集焦，得其梗概之後，繼用細微準焦以決定最鮮明映像之集焦，作業者宜用右手司旋動準焦之責，一方接續使標本之平面均達於鮮明之域。更有一點為吾人應預知者，即在作業之前，宜將細微準焦裝置之游動距離，先旋於中央部。如是，則在鏡檢工作中，方不致因此裝置旋動之盡頭而停頓。

5 用高倍數之鏡檢法 用低倍數接物鏡與二三種接眼鏡以練習鏡檢工作，既已熟悉，則可改用其倍數較高者以作試驗，即旋動轉換器，而使所

需之接物鏡轉至使用位置之前。惟事前必須先將標本欲檢視之細部，置於視野之中心。愈準愈佳，而後再合焦點，如是則可免去其新調節焦點之煩。作業者在第一回必須從側面注視接物鏡勿使其觸蓋物玻片。在不正常之眼，常須略旋細微準焦裝置，方能明視映像。用高倍數乾燥系接物鏡之鏡檢，若能措置裕如，則進而用高低數之油浸接物鏡以檢查標本，其用法上並不難困。今述一簡捷方法之順序如下。即先用乾燥系高倍數鏡檢法將標本之需要檢查部分，置於視野中心，用粗大準焦裝置，使鏡筒上昇，俾載物玻片上有足量之空間，乃將接物鏡旋至鏡筒之下。用有正規屈折率之苜蓿 (clover oil) 油一小滴置於蓋物玻片上，並須正當視野之部分，同時注意其勿沾染他部。然後將鏡筒徐徐旋下，斯時作業者之視線須與載物臺取平行方法，迄接物鏡沉降適與油點相接觸。厥後更旋鏡筒上昇，惟不可使其鏡面與油之上層接觸面脫離。至此，方可以眼窺鏡，用粗大準焦裝置，極緩慢且極細心使鏡筒旋下，以求適合焦點，至標本之輪廓略現為止。於是停止粗大準焦之旋動，改用微細準焦裝置以合最準確之焦點。夫高倍數油浸接物鏡可働之距離甚小，故欲如乾燥系接物鏡先置於焦點之下，而後使焦筒上升，以調節焦點，殆不可能。至於油浸接物鏡之不可與蓋物玻片相接觸，當為不可忽視之點。

6. 用雙眼鏡檢法 以眼窺接眼鏡時，自初固當練成用左眼之習慣，以圖日後左眼窺鏡，右眼視紙便於描圖。然用一眼之視力，萬一有時有失，而長時間之鏡檢，尤易使視神經疲倦，故作業者在開始練習，最宜將雙眼同時張開，左右交換使用，以期養成習慣。因雙眼鏡檢有不覺疲勞之益，遂浸假而使學者樂於用雙眼接眼鏡能與單一接物鏡組合之顯微鏡。時至今日，此種顯微鏡已達於通用之狀態。普通即就在原來用單眼接眼鏡之鏡架上換用雙眼接眼鏡。此種特別裝置之中，當以「皮都克尼」最為合用。

實驗室工作一般之指導

7. 鏡檢時標本之檢出法 當行鏡檢時，對於標本之檢出，不可無適當之方法。在初學者用低倍數檢視標本全部或大部分，如須移動載物玻片時，可不用鎮壓夾或機械的載物移動器，而以用左手拇示二指自由移動之為宜。此法似覺不便，然苟能忍耐行之，一俟練習工作爛熟，則檢出標本，當甚迅速。從低倍數改用乾燥系高倍數，因所用倍數增加，而視野則狹。故如用低數時，標本或略有出視野中心以外者。若倍數增加，則標本之部分遂乃出現於視野周邊或全出於視野之外者，斯時仍用前法探尋需檢之部分，亦並不困難。惟當標本描畫或攝影時，須以相當之長時間保持標本於同一位置，則斯時有待於鎮壓夾之輔助者甚大。至於欲使標本受有系統的鏡檢或標本之某處，在移動後欲再檢出，當以用機械的載物移動器為宜。此器前進後退之運動，較之側方運動稍為煩難。當行鏡檢工作時，標本之前方或後方之任何一部，宜自此點開始，將標本向側方移動，迄獲觀其全橫幅。於是向前移動，迄得閱標本視野之周邊。乃再向側方移動，以觀其廣幅之全部。若用此法則前進後退之移動，比較的減少。自不因其進退之較難，而致標本之檢索，稍形不便也。

8. 鏡檢時之描圖法 鏡檢時欲從事描畫視野內所現之物於紙上，當如前述，用左眼窺鏡，用右眼視白紙，則其物像與視野，當共現於紙上。於是速繪其大體，再補畫細微之點。然在初學者對此頗感困難。故須先學兩眼同時分視之習慣，久則由熟生巧。以上法繪圖，雖極簡便，然每每不能精密，故欲圖寫精密者，須用寫像器 (drawing apparatus)。同時，先拔去顯微鏡之接眼鏡，然後嵌此寫像器之環於鏡筒之上部，再插入接眼鏡，復將寫像器之反射鏡有孔之一面略傾於左方。然後通過此孔，依常窺視顯微鏡下之物體。斯時之映像，當與顯微鏡右側白紙之一部，互相一致，而現出於白紙

之上。於是移動寫像器或白紙，而選適當之位置。當令紙面斜向顯微鏡，其傾斜之度，以投影視野如真圓為準。若視野左右之直徑有異，則物體之像，亦必發生同等之變化。欲傾斜此描圖之白紙，須預備寫圖臺 (drawing board)。普通用兩足爲架如俎板者足矣。至此臺之高，其接近於顯微鏡之端，使略與臺板同高，他端則須製成能自由高下之式。

9. 測微時之計算法 在鏡檢工作中，有時須測量標本某部或全部之長度及闊度者，例如檢查微生物，植物病菌之孢子，及血球等常須測量其長闊。施行測微法之前，不可不預先以接眼鏡之接眼測微計與置於載物臺上之接物測微計 (stage micrometer) 比對而定之。今以測微時的絕對值計算法之一例說明如次。現假定載物臺測微計之一分劃爲 0.01m.m.。若其十分劃與接眼測微計之五分劃相當，則可知接眼測微計之五分劃，所以表示將來需檢之標本實際之長度爲 0.1m.m.。故在此時情形，接眼測微之一分劃，相當於 0.02m.m. 即 20 密克倫 (microns) ($1\text{micron} = \frac{1}{1000}\text{m.m.}$, 約 = $\frac{1}{25000}\text{in.}$)，此即所謂絕對值。其他可以此例類推。若改換一接物鏡時，則需更改而計算之。在鏡筒移動調節式之鏡架，並須預先保持正規之筒長。

10. 顯微鏡之清潔法 顯微鏡之各部，均宜清潔。使用終了時，宜藏於木箱或鐘形玻罩中，以避禦塵埃。然無論如何防護，遲早總有塵埃附着其上，故宜常用細軟清潔之新毛筆，拂去其上金屬部之塵埃，次以細軟布毛揩拭清淨。欲使金屬部常清潔光輝，則應時時用少許純粹器械油揩之。其法即在清潔細柔布上，滴器械油數滴，輕拭金屬部，然後另用一乾潔布片，拭去過多之油分。至對於螺旋及關節部宜以少量同樣之油一滴，以牙籤時時滴入，以免生鏽，而保持其可働部分之靈動。但過剩之油，亦須揩去。此外在集光器高低裝置之行走路，粗大準焦裝置之齒輪，以及十字方向動載物臺面之特

實驗室工作一般之指導

別把持裝置，皆無須用機械油之必要，而宜用酸性之純良凡士林 (vaseline) 代之。惟凡士林塗抹過久，則有硬化之虞。斯時宜用柴羅魯油 (xylol) 以溶解其舊凡士林，再將油拭去，重新更塗以凡士林。又微動調節螺規絕無上油或清潔之必要。即或需要行之，亦宜將顯微鏡携至專門修理顯微鏡之店中修理。或逕送回出品之廠，以求修整。更有須注意者，即酒精等液體不可使之接近金屬及塗漆處。當行鏡檢工作時，如有液體漏滴於顯微鏡上，在未停用之前，即宜速行除去之。至於苜蓿油，坎拿大樹脂，或其他相似物質，沾於金屬部時，亦宜以柴羅魯油溶解而除去之。清潔顯微鏡忌用酒精，作業者誠不可不注意者也。顯微鏡之金屬部上油及清潔固屬重要，而光學部之清潔則加倍重要。吾人欲預防透鏡玻面之受污，宜先注意實行幾種手續。即鏡筒不論何時必須插入接眼鏡(行鏡檢時若不用該接眼鏡，則可更換之。)，以避免塵埃自鏡筒上部飛入，致積集於接物鏡之背面。其在雙眼接眼鏡，亦應以接眼鏡插入鏡筒。凡不用之接眼鏡，須善儲藏，以避塵埃。當交換接眼鏡時，宜勿置於有塵埃之桌面或器具面，以免其將塵埃帶入鏡筒，致落於接物鏡透鏡之背也。凡透鏡面皆不宜用手指拂拭。如須清潔時，可先用駝毛或貂毛所製成之小毛刷拭去塵埃。惟此種小毛刷用畢，應以清潔玻棒打擊之，使塵污振落，然後藏之於紙袋或小匣中。如用此法尚嫌不足以使透鏡面清潔者，則用細軟清潔布片措拭之。必要時可稍蘸蒸溜水少許，然後拭乾之。接眼鏡之內，若有附有塵污，按理，須將透鏡旋下，用細軟布拭之，然若無儀器經驗者，絕不可嘗試。如遇必要時，可將鏡送至專修顯微鏡之店中，以期根本修理。關於接物鏡亦然。有數種接眼鏡及接物鏡之背面透鏡，位於筒之深處，用鏡者對之，如自審可以清潔時，亦應以清潔細軟布片或「透鏡用紙」(lens paper)包裹於質軟形圓之木棒尖端，而後徐徐迴旋攪拭之。

11. 油浸後接物鏡集光器及玻片上除油法 當行油浸涵裝置之鏡檢後，對於接物鏡上之油，宜以柴羅魯拭清之。集光器如經油浸後，在其未作乾燥用之前，亦宜將附着之油拭淨，同時應將流及集光器旁邊與污及載物臺之油，一概拭清之。載物玻片及蓋物玻片上之油，於檢視完畢後，宜先用乾潔之布片，在片上一擦，將油之大部分拭去，然後用布片經朋淨 (benzin) 濕過之鮮潔部分，拭其玻面。如遇必要時，可呵氣於玻片上，再用乾潔布片拭之。

五 解剖顯微鏡之用法

解剖顯微鏡 (Dissecting Microscope) 之用法簡便。用時，先將光線配準，然後置被檢物於載玻片上，或鏡蓋玻璃中，或其他淺玻璃皿內，而以水浸之，更置之於載物臺上。乃從上面之小鏡窺之。若被檢物有解剖之必要，亦可一方窺視物體，一方舉行染色或施藥。

六 動物解剖法

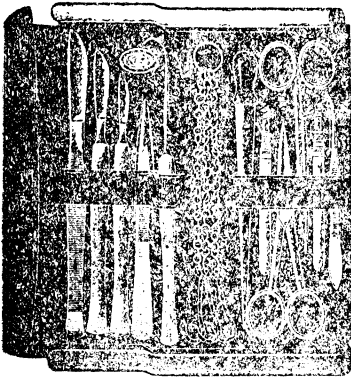
欲探究動物內部之構造，必須運用手術，剖開其體壁。然設非明瞭解剖方法之基本知識，則往往破壞器官之組織，不能檢查其構造。今將動物解剖之普通方法，略陳如次：

I 解剖前應有之準備 解剖動物事前必先有種種之準備，其中最主要者厥為下列之兩項：

1. 器具 如鑷子 (tweezers or forceps)，解剖刀 (dissecting scalpels)，解剖剪 (dissecting scissors)，斷骨剪 (bone scissors)，斷骨鋸 (bone saw)，解剖針 (dissecting needles)，探針 (probes)，練鉤 (chain hooks)，雙鉤 (double hooks)，鑿卵鑽 (egg drill)，銀篋 (silver spatula)，剃刀 (shaving knife)，解剖盆 (dissecting pan)，吹管 (blowpipe)，革砥 (strops)，帽針，注

實驗室工作一般之指導

射器 (injection syringer), 量尺 (measuring tape), 天秤 (balance), 量筒 (graduated cylinder), 酒精燈 (alcohol lamp), 三足架 (tripod), 湯鍋 (water bath), 解剖顯微鏡及尋常所用之擴大鏡 (magnifier) 等, 均為解剖常用之器具。除革砥, 帽針, 注射器, 量尺, 天秤, 量筒, 酒精燈, 三足架, 湯鍋, 解剖顯微鏡及擴大鏡外, 以上各器具, 普通稱之為解剖器 (dissecting instrument), (參看第二圖)。



第二圖—解剖器中常用的幾種。

用, 及每種器具每人須備若干種, 前已詳述。又解剖較大之動物, 其體液往往易將操作者之衣服粘污, 故操作者宜加穿白布袍。受解剖之動物, 若體軀龐大, 或為浸製於蟻醛水 (formalin) 中之標本, 則兩手宜戴軟皮套。

2. 用品 解剖時所用之物品頗多, 其較為常用者, 如迷蒙精 (chloroform), 醇精 (ether), 酒精 (alcohol), 蟻醛水, 注射液 (injection fluid) 清水, 蒸溜水, 動物生理食鹽水純潔食鹽 9g. 與蒸溜水 1000c.c. 配合而成, 白蠟 (或黃蠟), 紗布, 綿花, 硬紙等皆是。迷蒙精及醇精用以麻醉動物; 酒精及蟻醛水用以保存動物。注射液為解剖動物時, 因使動物血管, 氣管, 及淋巴管等分布明瞭起見, 故用之。普通用之注射液有下列三種:

壹. 朊液注射液 製法先以動物膠 (gelatin) 250g., 水 250c.c., 在火上熱之。俟其溶解後, 攪入洋紅 (carmin) 水 (洋紅 150g., 亞母尼亞水 (ammonia water) 250c.c., 水 50c.c. 合成。), 用玻棒攪之, 使與膠勻和, 再加 50% 冰醋酸 (glacial acetic acid), 至其透明之色變為不透明為止。濾清後

生 物 學 實 驗

，傾入瓶中，置石炭酸(carbolic acid)2g.，即可使用。

貳. 青色注射液 先將甲乙丙三液配妥。所謂甲液者，係用動物膠35g.，水720c.c.配成，乙液係用鯖酸鉀第二鐵(potassium ferrihydrocyanic acid)100g.，水25c.c.配成，丙液係用草酸(oxalic acid)40g.，水500c.c.合成。將甲乙丙三液。混合後，用水溫之，濾去其沈澱即得。

參. 黃色注射液 先將動物膠100g.，水20c.c.之膠液，均分為二。其一加鉻酸鉀(potassium chromate)2g.，水20c.c.；其一加硝酸鉛(lead nitrate)4g.，水40c.c.。復將此二液溫之，使其混合，濾去其沈澱即得。

此外大衛遜(Davison)所示之下列方式，亦為常用之注射液，茲舉其配合量之方式於下：

水	100c.c.
甘油(glycerin)	2c.c.
濃蟻醛水	2c.c.
玉米澱粉	85g.
顏料	適量

Ⅴ 解剖法 動物體之構造，因種類而異，故解剖動物，須視其體之構造，而定適當之方法。在脊椎動物(Vertebrates)既有堅硬之脊椎骨，故解剖此等動物，大多數從其腹部剖開。受解剖之動物，若為已死之標本，或為浸製之標本，固可不必施以屠殺，若為生活之標本，則必經屠殺之手續。惟吾人對於此等被屠之動物，宜使其不感受痛苦。故在殺生之先，宜用迷蒙精或醇精以麻醉之。又屠殺方法常，因動物之大小及其構造而異。本書關於屠殺動物方法，以後當更分別敘述，茲先就其大略而論之。如哺乳類(Mammalia)，鳥類(Aves)，蜥蜴類(Lacertilia)及兩棲類(Amphibia)，可用棉花濕迷蒙

實驗室工作一般之指導

精或醇精，投入玻璃瓶中，次投入被殺之動物而密蓋之。或以濕有迷蒙精或醇精之棉花塞其鼻孔，投入瓶內而密閉之亦可。在體小之蛙類，固可用利剪橫截其頸，復以針破壞其腦及脊髓而殺之。但用此法，未免殘忍，如無必要，當在可能範圍之內，求避免之。在爬蟲類 (Reptilia) 之龜鼈，宜注射迷蒙精或醇精入其排殖腔，而使其麻醉。并宜用鼻鉤在其頸後插入，牽出其頭。魚類 (Pisces) 如鯉鯽等，可猛擊其頭部，或置於溫水中而殺之。解剖較大之哺乳類，宜將其四肢向左右兩側拉開，以繩緊縛其足，繫於解剖檯之柱上。其他小動物可用帽針釘之於解剖盆中之軟木板上，或蠟層上。務使動物之腹壁稍為緊張，以便易於剖開。在哺乳類，鳥類，蜥蜴類，兩棲類等均可沿其腹部之中線，剖開其皮膚，復以鈍頭剪刀剪開其腹壁。用剪時，宜以剪之一端，斜插於腹壁內，稍向上方提起，使臟器與腹壁分離。惟不可插入過深，以防損傷臟器。剪時，如見有血液流出，可用棉花吸去之，以便工作。剖後，向左右兩側分開其腹壁，以帽針釘之於解剖盆中的軟木板上，或釘之於解剖盆蠟層上。帽針應向內斜釘，與底板約成六十度角，則較穩固而不易脫落。剖後，若為體小之動物，如蛙或蜥蜴等，則可注水於解剖盆內，以便檢查其內部之構造。在體壁堅硬，刀及剪刀不能切開之動物，如爬蟲類之龜鼈等，則可用鋸在其左右兩側，鋸斷其腹甲，俟腹甲鋸開後，宜用刀割離甲間組織與臟器之間，則甲自易離去。在無脊椎動物 (Invertebrates)，其內部器官之構造及位置，概與脊椎動物不同，故解剖法亦各不同。其體之小者，如原生動物 (Protozoa) 及其他體部透明者，可直接置於低倍之顯微鏡下，即可窺見其內部之構造。其體之較大而體部不透明者，仍須經解剖之手續，始可檢視其內部之構造。有許多無脊椎動物，如為生活標本，在解剖之先，仍必經屠殺手續。例如昆蟲類 (Insecta) 之生活蝗虫，欲施行解剖，亦宜先以迷蒙精麻醉之

生 物 學 實 驗

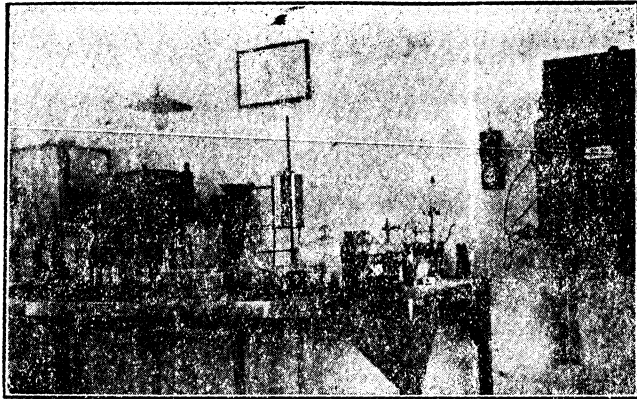
。生活之蜂或甲虫等，宜先將其逕投酒精內片刻，一方可將其殺死，一方可除去其體之水分，使其易於粘蠟。在許多無脊椎動物。如解剖其體軀較大者，通常將動物背部向上，用細剪刀沿其背之中線切開，或自背部之周圍切開。惟運用剪刀時，宜留意其心臟之所在，蓋無脊椎動物之心臟，往往居於背部，質極柔薄，偶一不慎，心臟即遭破壞。若解剖有肢或翅者，宜以剪刀自其肢或翅之基部剪除其肢翅，以便操作。在體軀較小之無脊椎動物，其體壁往往柔脆，如昆蟲類之蜂及甲虫等，不能以針釘其體而行解剖，則可將死標本以白蠟或黃蠟粘之於板上或硬紙上，俟蠟凝結後，方可用剪刀剖開其體壁。浸入水中，輕輕蕩去其體內之污液，復置於盛有清水之解剖盆中，則其內部構造自易於檢視矣。

Ⅲ 注射法 解剖時，欲觀察動物循環系，宜採用注射法。茲以注射朱色液為例而說明之。施行時，宜將動物近心臟處，以剪刀剖開其壁。即用注射器吸入朱色液，以嘴管插入心室，然後徐徐壓筒部內之朱色液，使其注入。當行注射時，宜將動物之全體或一部，以微熱水溫之。注射器之筒部，亦宜用棉花濕溫水敷於外邊，以防朱色液之凝結，而不能射出。注射後，須立刻置動物於冰中，使其血管中之朱色液易於凝固，則循環系自易於尋出。

七 動物組織實驗前應有之準備及動物組織保存標本之製作法

I 動物組織實驗前應有之準備 動物組織實驗所須準備之器具（參看第三圖）及用品與解剖時所用者有一部分相同，蓋從事動物組織實驗，常經屠殺動物及解剖動物之手續故也。是以試驗動物組織時，除切片機(microtomes)，手轉切片推送器(hand section conveyer)，複式顯微鏡，載物玻片，蓋物玻片，吸管(pipettes)，試管(test tubes)，諸種玻杯(glass beakers)，樹脂瓶(balsam bottle)，點滴瓶(dropping bottles)及其他諸種玻瓶(glass bottles)

實驗室工作一般之指導



第三圖——組織學實驗器具之一部。

，染色用玻皿 (staining dishes)，錶蓋玻璃 (watch glasses)，諸種玻盤 (glass dishes)，磁盤 (porcelain dishes)，乾燥器 (desiccator)，鐘形玻璃罩，漏斗 (funnels) 及漏斗架 (funnel stands)，夾載物及蓋物玻片用的各種鑷子 (forceps)，旋臺 (turntable)，離心器 (centrifuge)，培養架 (culture bench)，熔蠟爐 (paraffin oven) 或熔蠟鍋 (paraffin bath)，孵卵器 (incubator)，寒暑表 (thermometer)，標本片箱 (slide box) 或標本片櫥 (slide cabinet)，時錶，玻璃棒，眉毛，粗細毛筆，硬紙片，濾紙，票籤等為必要之器具及用品外，其餘與解剖動物時所用者多相同。解剖器中之銀鏡為不可少之器具，以新銀製者為佳。研究組織所需用之化學藥品甚多，其名分見於下，茲從略。

研究簡單之組織通常所用之材料，在脊椎動物，以螻蛄，蛙及蝌蚪為多。研究內臟之組織，以用兔，家鼠，天竺鼠，二十日鼠，小犬及貓為常。在無脊椎動物，以用蚯蚓及家蠶之幼蟲為便。然材料之選用，恒因研究之目的而異。材料之難得與否，選用時亦須顧及。例如人之內臟，異常難得，僅自外科施手術時及屍體得之，人之胎兒通常僅自流產者得之，此類材料，即欲採

生 物 學 實 驗

用，常感困難，故選擇材料時，宜設法以其他動物代之。

研究動物組織既常經屠殺與解剖之手續，故其方法可參看前述之動物解剖法(第19頁至23頁)，至於純為研究組織而用之材料，如小動物及胎兒，通常逕投入固定液內，經六小時取出，剖開胸腔及腹腔，再投入該液中。

採取之臟器，須勿加壓迫，并須嚴守清潔。除去附着臟器上之凝血，粘液或糞便時，宜用生理食鹽水或固定液洗滌之，不宜施以刀刃。

已準備之材料，如其組織有分離之必要，則宜採用分離法。分離法有兩種：一曰機械的分離法。以新鮮材料一小片，納於已加液體之載物玻片上，用針分離之。分離之方向，因組織之種類而異。例如筋肉組織，則宜沿其長軸，自一端以迄他端。反復分離，愈分愈細，愈細愈佳。二曰化學的分離法。通常先用試藥溶解組織，復用機械的分離法。分離用之液體極多，今舉其重要者如次：(1) 純鹽酸(pure hydrochloric acid)，用以分離腺管，處置二十小時後，移入蒸溜水內，約二十四小時，交換數次，再供分離。(2) 96%酒精一份加水二份之合液，此液對於腸上皮之分離，祇費六小時。(3) 氫氫化鉀(potassium hydroxid)液(氫氫化鉀 40g. 溶於水 100c.c. 中)用以分離筋肉組織。

II 動物組織保存標本製作法 欲製成動物組織之保存標本(一名永存標品或永久標本(permanent preparations or permanent specimens)亦名顯微鏡的標本片(microscope slides.))以供實驗，其手續頗繁複。故學校所用之動物組織保存標本，通常購自標本公司或大學之生物材料處。然學校之設備，如足敷用，亦可從事製作之，以備實驗時之用。茲就其所經之順序，分為下述兩項。又因此類標本之製作法極多，僅舉其常用者，分隸於兩項下述之。

(i) 切片前材料之處理及切片之保存

實驗室工作一般之指導

1. 石蠟法(Paraffin Method)

壹. 以纖小之材料投入10%蟻醛水中，歷二十四小時，以固定之。
○固定後，以蒸溜水洗滌之。

貳. 材料固定後，依次投入50%，60%，70%，80%及96%酒精以硬化之，材料在各液留滯之時間，普通自一小時至二十四小時。

參. 材料硬化後，置於純酒精 (absolute alcohol)中，凡二十四小時，以除去水分。

肆. 置材料於柴羅魯油中，以透明之。

伍. 以融化之石蠟(paraffin)包埋材料，其包埋之順序如次：

A. 從柴羅魯油取出之材料，投入盛有融化石蠟之磁皿中，置之於熔蠟爐內，爐內之溫度須保存 45°c ，時間視材料之情形而異，普通約自三刻至一小時半。

B. 將材料移入其他盛有融化石蠟之磁皿中，仍置之於熔蠟爐內。
○爐內溫度保存 50°c ，約自三刻至一小時半。

C. 另用硬紙製成一盒，其容積須寬於材料。置之於受熱的金屬板上。從爐中取出磁皿，立傾其融化之石蠟於盒內，隨即安置材料於其中。

陸. 取紙盒浮於冷水上，用口吹上面，以催促其凝結。除去紙盒，用刀削正。

柒. 含有材料之石蠟冷却後，即以其底面略為加溫，然後以此面固着於木塊(wooden block) (以白松製者為佳)，再以燒熱之針，觸其相連之處，則木塊與石蠟塊當互相密着矣。然後將連同石蠟塊之木塊裝於切片機之夾器內，以螺旋緊壓之。次裝置切片刀，使石蠟與刀鋒，成一垂線。每片之厚薄，可隨意所欲，其單位為密克倫。搖動切片機之搖柄切之。所切之片，

生 物 學 實 驗

謂之切片(sections)，成一帶形。每片皆有價值，不可遺失。

捌。 另取蛋白用力攪拌之，加入同量之甘油。用力攪拌，然後濾過，加入樟腦(camphor)少許，以防其腐敗，此即為蛋白固定劑。當粘貼標本時，可用玻棒取蛋白固定劑少許，滴於載物玻片上，以乾潔之指腹塗抹玻面，使成極薄之層。乃置切片於其上，加蒸溜水少許即得。若不用蛋白固定劑粘貼，而用極稀淡之動物膠水代之亦可。於是將載物玻片連同切片移入孵卵器中(器中之溫度應低於石蠟之熔點。)逾數時取出，使石蠟伸張，而切片即固着於其上矣。若用蛋白固定劑黏着，則宜將載物玻片稍側，使蛋白劑瀉下。置於乾燥器或鐘形玻璃罩內，約兩天至五天，使其完全乾燥。并可繼續保存之。

2. 膠棉法(Celloidin Method)

壹。 固定，硬化及除水法與石蠟法壹，貳，叁相同。

貳。 將材料浸於純酒精及醇精之等量液中，凡二十四小時。

叁。 取乾火棉(gun cotton)片溶解於酒精醇精等量液中，使製成一種飽和膠棉溶液。此種溶液，為工作上便利起見，可名之為膠棉第三號，乃一種極濃厚的糖漿狀體也。於是以前膠棉第三號之一小部分與酒精醇精等量液混合，後者之容積須三倍至五倍於前者，此液可名之為膠棉第二號，乃一種膠狀體也。復取膠棉第三號之一小部分溶於酒精醇精等量液中，後者之容積須十倍至十五倍於前者，此液可名之為膠棉第一號，乃一種稀薄之水狀體也。三種之膠棉均製備後。乃取出浸於純酒精及醇精等量液中之材料，依次以下列包埋之手續處理之：

A. 置材料於膠棉第一號，通常自十二小時至一晝夜。

B. 置材料於膠棉第二號，通常自十二小時至一晝夜。

實驗室工作一般之指導

C. 置材料於膠棉第三號，通常自一晝夜乃至兩晝夜。

包埋之時間，恒視材料之種類而異，如眼則需兩星期至三星期，中樞神經系則需三星期至四星期。材料經三種膠棉處理後，乃將材料取出，移置於玻璃皿或紙製之盒內，以便定其方向，乃傾入濃厚膠棉以包埋之。如包埋於玻璃皿內者，則須上加玻璃蓋，如是，膠棉當漸次硬結。如包埋於紙盒內者，則可以之投入富有迷蒙精蒸氣之密閉容器內，以硬固之。

肆。含有材料之膠棉塊硬結後，可取出修正之，在切片前，宜固着之於木塊。在彼此未互相固着前，宜先以木塊置於酒精醇精之等量液中約片刻，乃取出之，以其一面蘸濃厚之膠棉溶液。隨即取含有材料之硬結膠棉塊，蘸於稀薄膠棉溶液中，於是使兩者蘸有膠棉溶液之面，互相固着。置含有材料之膠棉塊連同木塊投於富有迷蒙精蒸氣之密閉容器內，經兩小時或三小時，使膠棉塊更形硬固。

伍。以木塊裝入切片機之夾器內，即可從事切片。切時宜以毛筆蘸50%或70%酒精，顯潤切片刀及膠棉塊。

陸。移置片切於50%或70%之酒精中，以保存之。

3. 凝結法(Freezing Method)

壹。固定與硬化法，一如石蠟法。

貳。以蒸溜水沖洗材料。

參。包埋於強糊精液(dextine solution)中，凡二十四小時。

肆。於凝結切片機(freezing microtome)上切片。

伍。以水洗切片。

陸。切片保存於弱酒精或弱鐵塔水中。

以上三種方法其所經之手續，不外為固定(fixation)，硬化(hardening)

生 物 學 實 驗

，包埋 (embedding) 及切片 (sectioning) 之四項。然物質中如骨片之類，於固定後，必須經脫灰 (decalcification) 之手續，蓋骨片等物，非脫灰不能切片也。須行脫灰之物質，普通所用之固定液為密勒耳氏蟻醛液 (Müller-formol) 或繩客氏液 (Zenker's solution)。密勒耳氏蟻醛液者，為密勒耳氏液 (Müller's solution) (重鉻酸鉀 (potassium bichromate) 2.5g. 硫酸鈉 (sodium sulphate) 1g. 蒸溜水 100c.c.) 95 至 90c.c. 與純粹蟻醛水 5-10c.c. 之合液也。繩客氏液者為自重鉻 2.5g. 硫酸鈉 1g. 昇汞 (corrosive sublimate) 5g. 及蒸溜水 100c.c. 製成之液也。用時，該液每 20c.c.，宜加水醋酸 (glacial acetic acid) 1c.c.，與之混合。材料經固定液固定後 (如用密勒耳氏蟻醛液，需時在兩星期以上)，即可着手脫灰，脫灰之順序如次：

A. 材料固定後，以水洗滌之。

B. 投材料於脫灰液 (decalcifying fluid) (硝酸 9c.c. 加水 300c.c.) 中，凡數星期，並需每日更換脫灰液。

C. 移置材料於 5% 之硫酸鈉液，需十二小時至二十四小時，並需時時更換該液。

D. 在流水中洗之，需十二小時至二十四小時。

脫灰之手續既畢，則可將材料入於各種強度之酒精中，以硬化之，其他包埋及切片等手續，與前述者無異。

(ii) 切片後切片之處理及保存標本之完成 切片暫時保存之手續既竣，即可着手染色 (staining)。染色之目的在使組織之構造明瞭，因檢驗目的之不同，染色之應用亦各異。茲僅述其常用之方法，至於洗滌 (washing) (即水洗)，除水 (dehydrating)，透明 (clearing)，封鎖 (即裝裱) (mounting) 及貼票籤等方法，亦依次附帶說及。

實驗室工作一般之指導

1. 普通染色法 (General Staining Method) 切片染以邁耶氏蘇木色精明礬液 (Mayer's haemalum) (先配製甲乙兩液，甲液係以蘇木色精 (haematoxylin) 1g. 溶於 95% 熱酒精 50c.c. 中。乙液係以明礬 (alum) 50g. 溶於蒸溜水 100c.c. 中，然後將兩液混合，俟其冷後濾清，並加麝香草精 (thymol) 一小塊，以防發霉。) 及曙紅 (eosin) 染液 (曙紅 1g., 70% 酒精 100c.c.) 為普通複染法之一。能達一種染料使細胞核着色，他種染料使細胞質着色之目的。

壹. 曾用石蠟包埋之材料，切成薄切片，保存於酒精中。乃從酒精取出切片。浸之於柴羅魯油中，凡五分鐘，使石蠟溶解而脫除之。

貳. 依次浸入純酒精及 95%，80%，75% 酒精中，各二分鐘。

參. 以蘇木色精明礬液 (細胞核染液) 染切片，凡十分鐘。

肆. 以水洗之，直至呈藍色為止，約五分鐘。

伍. 將切片染以曙紅染液 (細胞質染液)，需一分鐘。

陸. 依次以 75% 及 90% 酒精洗之。

柒. 以純酒精除脫其水分，凡一分鐘。

捌. 以石炭柴羅魯油 (carbolyxol) (純粹溶解石炭酸 25-33c.c. 與柴羅魯油 75-63c.c. 混合) 透明之，凡一分鐘。

2. 彈力組織染色法 (Staining Method for Elastic Tissue)

壹. 用石蠟法切成之切片，以樹脂質洋紅 (resorcin-fuchsin) 染液染之，需三十分鐘。欲配製樹脂質洋紅染液，可取 1% 鹽基性洋紅 (basic fuchsin) 水溶液 100c.c.，及 2% 樹脂質 (resorcin) 水溶液 100c.c.，置於磁盤內，混和而煮沸之，當熱時，須加 ferri sesquichlorati 液 25c.c.，且煮且攪，約五分鐘，則其中有成沉澱者。冷卻後，濾清之，置盛有沉澱之磁盤於湯鍋，以火熱湯鍋之水，使沉澱乾燥。取乾燥沉澱溶解於 95% 酒精 200c.c. 中，濾

生 物 學 實 驗

過後，補加由蒸發損失之酒精，再加純鹽酸4c.c.，即製成此染液矣。

- 貳. 以水洗切片。
- 叁. 以純酒精浸之。
- 肆. 滴加柴羅魯油，使其透明。
- 伍. 封鎖之於坎拿大樹指，覆以蓋物玻片，并加貼票籤。

3. 維繫組織染法(Staining Method for Connective Tissue)

壹. 切片（組織之材料曾用繩客氏溶液固定，而以酒精除去水分者。）染於酸性紅洋液（solution of acid fuchsin）（酸性洋紅（acid fuchsin）0.1g. 溶於蒸溜水100c.c.）三分鐘至五分鐘。

- 貳. 以水洗之。
- 叁. 以phosphomolybdic acid溶液（phosphomolybdic acid 1g. 溶於蒸溜水100c.c. 中）處理之。
- 肆. 在水中充分洗滌。
- 伍. 以靛藍染液（anilin blue solution）（為靛藍0.5g.，葛呂布氏橙色染料（Cribber's orange）2g. 草酸2g.，及蒸溜水100c.c. 製成之合液。）染切片。

- 陸. 以水沖洗之。
- 柒. 除水，透明，封鎖及貼票籤。

4. 動物粉染色法(Staining Method for Glycogen)

用此法時，須以火棉法準備切片，染色則用 Best's method.

- 壹. 以蘇木色精明羰液染切片。
- 貳. 以水洗之。
- 叁. 切片染於銻水洋紅液（ammoniacal carmine solution）（洋紅

實驗室工作一般之指導

(carmine) 1g. 與 2.5% 明礬鋁水溶液 (aqueous solution of ammonium alum) 100c.c. 之合液) 中，凡十分鐘。

肆. 使其在木精(methyl alcohol)液中，凡十分鐘，

伍. 使其在純酒精中，以除脫水分。

陸. 滴加柴羅魯油，使其透明。

柒. 裝裱之於坎拿大樹脂中，覆以蓋玻片，并加貼票籤。

5. 脂肪染色法(Staining Method for Fat)

壹. 用凝結法切成之切片，以80%酒精的 sudan III 飽和溶液染之，凡一分鐘。

貳. 以水洗之。

叁. 以80%酒精浸之，凡一分鐘。

肆. 以水洗之。

伍. 切片封鎖於發倫氏保存基 (Farrant's medium) (以白色阿刺伯膠 (Arabic gum) 溶解於 15c.c. 之蒸溜水中，復加蛋白。搗和後，煮沸之，在雙層銅絲網濾過。每 80c.c. 之液質加石炭酸 1g.，甘油 20c.c. 內，覆以蓋物玻片。載物玻片之側，貼以記載之票籤。

切片經染色，透明，封鎖及貼票籤後，即成爲保存標本，可供實驗之用。切片之用坎拿大樹脂封鎖者，屬於乾性封鎖法。若切片封鎖於甘油中，被以蓋物玻片，而於其四邊，密塗以漆者，則屬於濕性封鎖法。惟此種封鎖法，不能長久保存。

保存標本製作時之順序，自材料固定起，迄封鎖爲止，其間所經之手續，大致如下：

固定——>硬化——>包埋——>切片——>染色——>透明——>封鎖。

生 物 學 實 驗

其須脫灰者，則材料於固定後脫灰。切片經染色之後，又常經洗滌，除水等手續，然後透明。

八 動物細胞保存標本製作法

I 組織為細胞所構成，動物組織保存標本之製作法，既如上述，則動物細胞保存標本製作法，根本上當與之無大區別。惟細胞內容物詳細構造之探究，需用特種方術之處頗多，故欲製為保存標本，以供實驗時需求之目的，則其製作時所採方法，實有一述之必要。

II 欲探究細胞核之精微構造，及細胞分裂時有絲分裂 (mitosis) 之現象，並欲製為保存標本，則其所用之材料於切片後，可依次列方法以處理之，茲列舉其順序如次。

壹. 以切片浸於明礬第二鐵 (ferric alum) 液 (為明礬第二鐵紫色結晶 2g. 及蒸溜水 100c.c. 之合液) 中，由四小時至十二小時。

貳. 以水洗滌切片。

參. 以蘇木色精染液 (為蘇木色精 1g., 95% 酒精 10c.c. 蒸溜水 100c.c. 合液) 染切片，由兩小時至十二小時。

肆. 以水洗之，則切片變為黑色 (通常以銚水證明其顏色)。

伍. 以明礬第二鐵液處理之，使其褪色。惟斯時宜以顯微鏡窺視之，使在適當時間停止褪色工作。

陸. 以流水徐徐洗滌切片，或屢次更置於靜水中。

柒. 如遇必需再行染色時，則不妨依上法重行染色。

捌. 除水，透明，封鎖及貼記載之票籤。

III 欲製成神經細胞之保存標本，可用下列之方法，其順序如下。

壹. 以新鮮之材料，投於助染劑 (mordant) 中，此種助染劑係由

實驗室工作一般之指導

osmium tetroxid 之水溶液 10c.c. 與 3½% 鉻酸鉀之水液 40c.c. 配製而成。切片在助染劑中，歷十天，并須時時更換此劑。

貳. 速以水洗之。

叁. 投材料於硝酸銀(silver nitrate)溶液中，此液係由硝酸銀 7.5g. 水 100c.c. 製成。用時以兩倍蒸溜水稀淡之。材料在該液內，需十五分鐘。

肆. 置材料於不稀淡之硝酸銀溶液中，凡一日至兩日。

伍. 投之於純酒精中，需一小時。

陸. 投之於酒精醇精等量液中，需三十分鐘。

柒. 以稀薄膠棉(第一號)處理之，需三十分鐘。

捌. 以濃厚膠棉(第二號)包埋之，需三十分鐘至四十五分鐘。

玖. 固着之于木塊後，以迷蒙精使其硬化。

拾. 裝置於切片機上切之，每片厚可 50 密克倫至 100 密克倫。切時宜以比爾幾木油 (bergamot oil) 濕潤切片刀，切不可用酒精。切片若不即行封鎖，即可裝於臘芬大油 (oil of lavender) 內，短期內能保存切片，以供考驗。

IV 欲將血細胞製成保存標本，可依下述之方法，其手續如下。

壹. 以鮮血一滴，觸於蓋物玻片，覆以其他清潔蓋玻片，而輕輕互相延引之，其血層愈薄愈佳。

貳. 將玻片上之血層，在空中動盪之，使其乾燥。

叁. 投之於純粹木精中，以固定之，需五分鐘。

肆. 以革諾爾染色劑(Jenner's stain)染之，需五分鐘。欲製革諾爾染色劑可將含曙紅 1.2% 之水溶液與含 methylene blue 1% 水溶液之等量液相合，經一晝夜，濾過之。再置之於罇卵器中，其溫度為 50°C，使之蒸發。再

生 物 學 實 驗

用其粉末 .5g.，置於純酒精內，並濾過之，即成革諾爾染色劑。

伍. 以水沖洗之。

陸. 小心乾燥之。

柒. 以坎拿大樹脂一滴，加於載物玻片上。以蓋物玻片有血層之一面，裝封於加拿大樹脂中，并加貼票籤。

九 原生動物實驗前應有之準備及保存標本之製作法

I 原生動物實驗前應有之準備 茲為學者便於實驗起見，將原生動物各綱舉一代表為例。即以變形虫 (Amoeba)，美眼虫 (Euglena) (亦名綠虫)，草履虫 (Paramecium)，瘧虫 (Plasmodium) 等為例，依次分別代表根足類 (Rhizopoda)，鞭毛類 (Mastigophora)，纖毛類 (Infusoria)，孢子類 (Sporozoa) 之四綱。生活之變形虫，美眼虫，草履虫等之實驗法，概詳於後，此處僅先述原生動物實驗前應有之準備。實驗時所用之器物主要者如顯微鏡，載物玻片，蓋物玻片，小撈網，諸種原生動物之玻璃培養器，玻片，鑷子，解剖針，諸種吸管，玻瓶，玻璃管及玻璃杯，染色用玻璃皿，鑲蓋玻璃，保存標本盒，時錶，紗布，票籤等。研究原生動物及製造保存標本，所需之化學藥品及其他品物甚多，其名分見於後。欲培養生活之變形虫以供實驗，可從撈得河溝之水，傾入於玻璃培養器內，再投入腐草，敗葉，及水藻等物。并須投入麵包碎屑，然後將培養器置於光暖之處。逾數天後，刮去其浮面之渣滓，用吸管將近器底之水吸入，注於載物玻片上，即可供鏡檢之用。欲得美眼虫以供實驗，可從撈得之池水或窪中之水，以顯微鏡窺察美眼虫之有無。或將取得之淤泥少許，灌入玻璃培養器內，逾數天，如發見器旁有一綠圈，即用吸管將綠圈附近之水吸收入管中，注於載物玻片上，以供鏡檢之需。欲得草履虫以供實驗，可將撈得池沼或小溪之水，連同腐草及水藻等，納入玻璃培養器，上覆玻

實驗室工作一般之指導

片，置於光處。逾數天，刷去上面之渣滓，以吸管注培養之水於載物玻片上，可用顯微鏡窺察其中有無草履虫存在。欲得瘡虫以供實驗，可用消毒方法，以針入患瘡疾者之耳殼，採取其鮮血一滴，置於載物玻片上，以高倍顯微鏡窺視其中之瘡虫。

II 原生動物保存標本之製作法

1. 變形虫

壹. 以蛋白固定劑薄塗於載物玻片上。

貳. 以吸管吸取含有變形虫之水一大滴，置之於蛋白固定劑上。

參. 以鑷子將水與蛋白劑拌勻。

肆. 令液質徐徐乾燥，至變形虫不動為度。且同時須以顯微鏡窺察，以防虫體之收縮。

伍. 移此標本片沒於濟爾遜氏溶液 (Gilson's fluid) (由重綠汞 (bichloride of mercury) 5g., 80% 硝酸 4c.c., 冰醋酸 1c.c., 70% 酒精 25c.c. 及蒸溜水 250c.c. 配製而成之溶液) 中，歷一分鐘。

陸. 以 30%，50% 及 75% 酒精，依次處理之。在各種酒精中，每種停留一分鐘，以脫去其水分。

柒. 以 1% 曙紅液染之，需時自三十秒乃至四十五秒。

捌. 搖動標本片於 75% 之酒精中，歷時五秒鐘。

玖. 以 1% 綠礬 (green vitriol) 染液 (綠礬 1g., 靛精水 (aniline water) 90c.c. 及 95% 酒精 10c.c. 用濾紙濾清之) 以覆染之，需時僅半分鐘。

拾. 依次洗於 80%，95% 及純酒精中，洗時須搖動標本片。各種沖洗之時間為五秒鐘。

拾壹. 處以柴羅魯油，使變形虫體透明。

生 物 學 實 驗

拾貳. 以坎拿大樹脂裝封之，覆以蓋物玻片。并於載物玻片之一側，貼以票籤。而加以記載。則變形虫之保存標本遂告成功。鏡檢後，可置於保存標本盒中，供日後實驗之用。

2. 美眼虫

壹. 以含有美眼虫之水，滴於載物玻片上。

貳. 以1% 迷蒙精徐徐滴於載物玻片上之水液中，一方面以顯微鏡窺視之，迄美眼虫停止運動為止。

參. 以5% 醋酸將美眼虫殺死。

肆. 依次在35%，50%及75%酒精中，各一分鐘。

伍. 用 methyl green 染液(methy green在75%酒精中飽和)染之，需時自半分至一分鐘。

陸. 用75%酒精洗之，歷五秒鐘即得。

柒. 用曙紅液覆染之，需時自半分鐘至一分鐘。

捌. 依次浸於80%，95%及純酒精中各三秒鐘。

玖. 以柴羅魯油透明之。

拾. 裝封之於坎拿大樹脂中，加蓋物玻片，並加標記。

3. 草履虫

壹. 以含有草履虫之水，滴於載物玻片上。

貳. 加95%酒精一滴於水液中，一方面以顯微鏡窺視之，迄草履虫麻醉為度。

參. 以1%之硫酸銅液固定之，需時約一分鐘。

肆. 依次以35%，50%及75%酒精處理之，各需一分鐘。

伍. 用35%龍膽紫(gentian violet)染液(由龍膽紫 1g.，95%酒精

實驗室工作一般之指導

20c.c.，蒸溜水100c.c.及靛精油(anilin oil)3c.c.製成。)染之，需時二分鐘。

陸。 依次以80%，95%及純酒精洗之，各需三秒鐘。

柒。 以柴羅魯油透明草履虫體。

捌。 封固之於坎拿大樹脂中，及加蓋物玻片與貼票籤。

4. 瘧虫

壹。 以含有瘧虫之血薄塗於載物玻片上，任其乾燥。

貳。 以標本片依次移入35%，50%及75%酒精中。各需一分鐘。

參。 以番紅花(safranin)染液(由番紅花1g，靛精水90c.c.，95%酒精10c.c.製成)染之，需四十五秒鐘。

肆。 依次以80%，95%及純酒精洗之，各需三秒鐘。

伍。 以柴羅魯油透明之，約二分鐘。

陸。 注少量之坎拿大樹脂裝封之，并加蓋物玻片及貼票籤。

十 植物組織實驗前應有之準備及植物組織保存標本之製作法

I 植物組織實驗前應有之準備 植物解剖之手續不若動物解剖之繁複，故通常將其解剖法納於組織實驗法中述之。植物組織實驗前所須準備之器物(參看第二圖)及用品與動物解剖所用者之一部分，及組織實驗時所用者之大部分相同。惟其中之切片機，以簡式手切片機(hand microtome)連同剃刀者較為常用。其他如接骨木髓(或棗棠之心)，亦必須預置。接骨木髓者，作物體之薄切片時所用之物品者也。植物組織實驗時，所需之化學藥品頗多，須使切片保存或兼須使之染色而檢視者，則使用藥品之種數尤多，其名分見於後，茲從畧。

檢驗種子植物(Spermatophytes)之組織，其通常所用之材料，為玉蜀黍，紫茉莉之莖，蠶豆之嫩根，鬱金香，玉簪及松之葉，百合之子房等。檢驗羊齒

生 物 學 實 驗

植物(Pteridophytes)之組織，則常用蕨，薇，問荊，石松等。檢驗苔蘚植物(Bryophytes)之組織，則常用苔及土馬騷等。研究變形菌(Myxomycetes)分裂菌(Schizomycetes)以外之菌藻植物(Thallophytes)，其常用之材料為香蕈，盤菌，紅藻，輪藻等。凡供切片用之材料，均宜從植物體探取其適當之部分，且不可過大。

II 植物組織永存標本之製作法 欲製成植物組織保存標本以供實驗，其所經手續，大致與動物組織保存標本製作法中所述者相同，茲舉數例說明如次，餘可類推。

1. 玉蜀黍莖中組織的保存標本製作法

A. 切片係用剃刀切成者

壹. 取玉蜀黍之莖，粗如毛筆桿者，或小於毛筆桿者，其截成之長度自一寸乃至兩寸之間。以之浸於70%酒精中，一星期後，即可供切片之用。

貳. 先以剃刀蘸酒精，縱斷接骨木髓為二。再輕輕將其近中心之處挖去，以便適於夾入材料。然後將材料藏於接骨木髓內，以剃刀切材料及接骨木髓使成薄切片，然後置之於盛水之玻璃盤內。

叁. 揀取所需之切片，置於蒸溜水內。

肆. 以95%酒精處理之，需五分鐘至十五分鐘。

伍. 以番紅花之酒精液（此液用番紅花 1g.，蒸溜水50c.c.及95%酒精50c.c.配製而成者。）染切片。自一小時至十二小時。

陸. 以50%酒精處理之，自兩分鐘至十五分鐘。

柒. 以水洗之，需一分鐘至五分鐘。

捌. 以得拉飛爾特氏蘇木色精液(Delafield's haematoxylin)（製此液時，先以蘇木色精1g.溶於純酒精 6c.c. 中，乃將此溶液徐徐滴於酒精明礬飽

實驗室工作一般之指導

和液 (saturated solution of ammonia alum) 100c.c. 內，暴露於空氣中及有光處。一星期後，濾清其溶液，加入甘油 25c.c. 及木精 25c.c.，更濾清之，保存於有塞之玻璃瓶內。) 染切片，自一分至三十分鐘。

- 玖. 以水洗切片，需三分鐘。
- 拾. 以95%酒精處理之，歷三十秒鐘即得。
- 拾壹. 以純酒精處理之，自兩分鐘至三分鐘。
- 拾貳. 以苜蓿油處理之，需一二分鐘。
- 拾參. 以坎拿大樹脂裝裱切片於載物玻片上。
- 拾肆. 覆以蓋物玻片，並加貼票籤。

B. 切片會用火棉包埋者

壹. 固定，硬化及除水與動物組織保存標本製作法之石蠟法壹，貳，參相同。

貳. 將材料浸於酒精及醇精之等量液中，需二十四小時。

參. 用火棉包埋材料，置切片機上，切成薄切片。其手續與前述者(參看第27-28頁)相同。

肆. 切片置於70%酒精中，凡歷兩分鐘至五分鐘。

伍. 以番紅花酒精液染之，凡六小時至二十四小時。

陸. 以酸性酒精(acid alcohol) (以1c.c.鹽酸滴加於100c.c.之70%酒精中) 處理之，迄除盡植質絲壁之番紅花爲止。

柒. 以50%酒精洗之，凡五分鐘至十分鐘，藉以除酸。

捌. 以得拉飛爾特氏蘇木色精液染之，凡兩分鐘至五分鐘。

玖. 洗之以蒸溜水，需五分鐘。

拾. 以酸酒精處理之，凡數秒鐘。

生 物 學 實 驗

拾壹. 用95%酒精除去其水分，凡歷兩分鐘至五分鐘。繼置之於純酒精中，歷兩分鐘至五分鐘，使火棉之一分部除去。

拾貳. 以苜蓿油透明之，并使火棉完全除去。

拾叁. 直至切片與火棉相離，然後以坎拿大樹脂裝裱之於載物玻片上，再覆以蓋物玻片。并加貼票籤。

在該方法中之B項不特適用於玉蜀黍之莖，其他許多木本及草本之植物的莖根亦有適用之者，例如紫茉莉之莖，蠶豆之嫩根是也。

2. 百合子房(在受精前之任何時期)中之組織的保存標本製作法

壹. 以纖小之材料置於鉻酸醋酸液(此液係由 chromo-acetic acid solution) 酪酸(chromic acid)1g.，冰醋酸3c.c.及蒸溜水300c.c.製成。)中，以固定之，須歷一日。

貳. 投材料於水中，凡一日。

叁. 將切片依次浸入35%—50%—70%—85%—95%酒精中，在各液中停溜六小時至二十四小時。

肆. 移切片於純酒精中，凡二十四小時。惟須更移一兩次，液之容積至少大於材料五倍。

伍. 置切片於柴羅魯油中。

陸. 以融化之石蠟，包埋材料，包埋之順序，上已述及(參看第²⁶頁)。

柒. 將包埋之材料，置切片機上，切成薄片，每片厚約 10 密克倫。

捌. 將切片貼於載物玻片上。以柴羅魯油融除石蠟。

玖. 以95%酒精洗淨柴羅魯油。

實驗室工作一般之指導

- 拾. 用得拉飛爾特氏蘇木色精液染切片。凡歷十分鐘。
 - 拾壹. 用水洗淨之，約五分鐘。
 - 拾貳. 速用酸酒精處理之，需時僅一秒。
 - 拾叁. 以50%酒精處理之，約一分鐘。
 - 拾肆. 以 erythrosin 染液(1%溶液在70%酒精中)染之，約自三十秒至一分鐘。
 - 拾伍. 先用95%酒精，繼用純酒精處理之，以除去其水分。
 - 拾陸. 以柴羅魯油或苜蓿油透明之。
 - 拾柒. 封鎖於坎拿大樹脂中。
 - 拾捌. 覆以蓋物玻片，並加貼票籤。
3. 松葉中之組織的保存標本製作法
- 壹. 取松針切成長約二分之短條，投於苦味昇汞醋酸合液(picro-corrosive-acetic mixture) (苦味酸 (picric acid) 1g., 昇汞 1c.c., 50% 酒精 100c.c.) 中固定之。若加熱至85°C則需五分鐘已足，若任其冷，則固定時間需兩小時至三小時。
 - 貳. 用火棉包埋材料，其手續可仿照玉蜀黍莖中組織保存標本製作法之B項。
 - 叁. 用番紅花及得拉飛爾特氏蘇木精液染切片，其手續與玉蜀黍莖中組織保存標本片製作法B項相同。
 - 肆. 以伊奇里古瑪爾氏清潔液(Eycleshymer's clearing fluid)(以比爾幾木油，杉樹油 (cedar oil) 及石炭酸之等量液合成)處理切片，使其清潔。
 - 伍. 以坎拿大樹脂封鎖之，並加貼票籤。

生 物 學 實 驗

十一 細菌(即分裂菌)之培養與接種及保存標本之製作法。

1. 細菌之培養與接種 細菌(Bacteria)之實驗，其主要之工作有二，一為顯微鏡檢查，一為人工培養(artificial cultivation)，前者之目的，在觀察其形狀，大小，運動等，後者以培養基(culture media)培養之，以供前者之需要，并探究其生理的性狀。普通實驗工作上，往往二者並行焉。至若欲知其與他動植物病原有若何關係者，則非仔細的行接種(inoculation)試驗不可。細菌之檢查，必須藉顯微鏡之力，且非六百倍以上不可。關於此點，以後當再述之。至於培養，接種所須之器物，其最主要者為乾熱殺菌器(hot-air sterilizer)，蒸氣殺菌器(steam sterilizer)(例如誇黑氏殺菌器(Coch's sterilizer)是也)，或高壓蒸氣殺菌器(autoclave)，濾過器(filters)，寒暑表，鱗卵器，冰箱，諸種白金針(platinum needles)解剖針，鑷子，解剖刀，小刀，及解剖剪，諸種試管，燒瓶(flasks)，玻杯及玻瓶，試管架，鉛絲籠(即金屬絲籠(wire cage)，栢科納氏管(Buchener's tube)，法蘭蓋魯氏管(Frankel's tube)或挪緋氏罇(Nory's jar)(均為培養嫌氣細菌所用者)，佩立氏玻盒(Petri dish)，吸管，玻棒，脫脂棉花(absorbent cotton)，動物膠，洋菜(agar-agar)百布頓(peptone)(一名乾胃液素)食鹽等，其餘須用器物或學化藥品尚多，茲從略。

欲得細菌以供鏡檢之需，固須預先培養細菌，即欲獲細菌以為製作保存標之材料，亦須預先培養細菌。然欲達此目的，必先自種種混存之細菌中，取出某一種之細菌，使其單獨繁育。而欲達此目的時所施之方法，即所謂細菌之純粹培養(pure culture)也，在施行此法之前，須製適宜之培養基以為細菌繁育之養料及場所。惟細菌及其芽胞常飛散於空氣中，或附着於器物，或落於器內，故欲其器具及培養基等無其他細菌存在者，當行殺菌法。殺菌法有多種，列述如次：

實驗室工作一般之指導

1. 乾熱殺菌法 行此法時，須用乾熱殺菌器。凡耐乾熱之器具物品，皆得利用之。例如玻璃器具，陶器，金屬器等，以 150°C 之溫度，行三十分鐘之殺菌可也。

2. 蒸氣殺菌法 行此法時，須用蒸氣殺菌器。例如液體培養基，橡皮等，皆得行此方法以殺菌。在器中溫度達 100°C 時一刻至半小時內，即可達殺菌之目的。但容積大者，則常歷一小時，方可達此目的。又有芽胞抵抗力強者，一回殺菌，難達目的，故須日行殺菌半小時乃至一小時。每次殺菌後，宜保以 $20-35^{\circ}\text{C}$ 之溫度，使芽胞發生新體，即易殺死之。

3. 高壓蒸氣殺菌法 以水蒸氣之溫度(100°C)殺菌，需要之時間甚長，故不甚完全。若加以高壓，則水蒸氣之溫度增加，殺菌之目的易達。行此法時，有當熟練者，即其器之底部先盛適當之水，置所欲殺菌之物於其水之眼板上，將蓋密閉。然後由下方加熱，開排氣口，排除空氣。至水蒸氣噴出時，始密閉之，使溫度壓力，漸次增加至溫度達 130 度壓力達 0.5 時，保持相當時間後，將火力減弱。復放置十五分鐘，始行滅火。開排氣口，使內部之蒸氣噴出，待壓力達零時後，開蓋取出。

4. 煮沸法 用水長時間煮沸可達殺菌之目的，通常加 $1-5\%$ 碳酸鈉(sodium carbonate)煮沸五分鐘，雖抵抗力極大之細菌，亦可殺之。

5. 火焰法 凡白金針，小刀與玻棒之類，可直接觸於火焰中以殺菌。白金針可使其紅熾。其他物品在火焰中數秒鐘已足。小刀可浸於酒精中，用布片拭乾之，通過火焰數次，即可奏效。

6. 濾過法 凡不能加溫或不能用殺菌劑以殺菌之液體，皆宜用此法。細菌濾過器有種種，最普通者為張伯倫氏濾過器(Chamberland's filter)。即以堅牢蠟燭狀素燒磁質圓筒，嵌入金屬圓筒內，充以液體，用空氣唧筒加

生 物 學 實 驗

氣壓濾過，其液由下部之孔流出。此外尚有魏齊魯氏濾過器(Reichel filter)等，形雖不同，然用素燒磁器濾過液體，抑留細菌則一也。

殺菌方法既如上述，當進言培養基之製法。培養基種類頗多，而製法亦頗繁雜，今列述其主要者如下。

1. 肉汁培養基 取含脂肪極少之牛肉500g，切碎之，浸入50°C之溫水1l.(litri)內，經半小時後，再沸煮二十分鐘乃至一小時。乃將肉片包入已煮沸之麻布中，搾取其液，傾入蒸溜水，使成1l.之容積，加百布頓(要witte的)10g.及純潔食鹽5g.若供嫌氣細菌(anaerobic bacteria)之培養醱酵試驗之用者，則須加1%以下之葡萄糖(glucose)。苟其液呈酸性反應，則加入氫氣之化鈉(sodium hydroxide)，令其中和(有時所加之量過多，成鹼性反應時，則須再加稀鹽酸以中和之)。復加熱一小時至二小時，而濾過之，然後用吸管吸取其濾液，入於試管中。此試管在未加入培養基以前，宜先用殺菌法，以期安全。培養基入於管中，隨即以棉花作栓，閉塞管口。在棉花未妥塞管口以前，宜先撕棉花一塊，以小指塞之管口，然後以其他四指，執棉花而旋進之，不可太緊，尤不可太寬，蓋寬則無用。棉花妥塞管口後。此中之培養基，即可以之培養所需之細菌。

2. 膠質培養基 取前製之肉汁1l.置於大燒瓶中，加入純潔動物膠100g.(若在夏季則宜用150-200g.)百布頓20g.食鹽5g.置於盛有熱水之湯鍋上，熱至60°C，經半句鐘，膠質即完全溶解。然後以重碳酸鈉(sodium bicarbonate)液中和之。又動物膠中，常混有塵埃，宜加入兩個雞卵的白，攪拌均勻，再加強熱，則卵白包含塵埃而凝固。可依濾過法除去之。但行此法，宜乘其未凝固時行之。即用加熱裝之漏斗(可於溫度35°C之汽鍋行之)濾過之。若濾液呈橙黃色透明體，即可盛入試管中，每管所盛者約占試管全容

實驗室工作一般之指導

五分之二，各以棉花作栓。用溫度 100°C 以殺菌，殺菌之時間，須在一小時以內，不宜過久，蓋恐膠質失其凝固性也。乃將試管取出趁熱斜置之（但不可使其粘及棉栓），使其冷後，成爲斜面，以增細菌蔓延之面積。此種膠質培養基，恒爲分離各細菌所用。

3. 洋菜培養基 取肉汁1l.加入細切之純白洋菜 15-20g. 加熱煮沸，且煮且攪，經數小時後，洋菜遂完全溶解，而成淡褐色之溶液。再加入百布頓 20g. 與食鹽 5g.，攪拌混和之。若溶液呈酸性，則用碳酸鈉液中和之。然後投入卵白，再煮沸一小時，即可用加熱漏斗使之濾過。乃分盛濾液入試管中，各以棉花作栓，先以試管置鉛絲籠內，然後置於蒸氣殺菌器中。加熱蒸一小時，取出，傾斜其管而靜置之。迨凝固後，遂成斜面。洋菜之溶點極高，較膠質培養基少變動之虞，故世尤多用之。

4. 百布頓水培養基 取百布頓 10g. 與食鹽 5g. 投入1l.之井水中，復熱溶解，然後濾過之。用少量之碳酸鈉，使成弱鹼性。殺菌後，即成爲培養基矣。

5 馬鈴薯培養基 以馬鈴薯浸於水中，洗去其附着之土。次用小刀除去其芽及腐敗之部分。然後以其去芽無病之一部，浸入千分之一的昇汞水中，經半小時至一小時，以殺滅表皮之細菌。用殺菌之鑷子（即以鑷子燒於酒精燈之火焰上者），挾至殺菌的蒸溜水（以蒸溜水分盛試管中，塞以棉花，入蒸殺菌器中，於 100°C 之溫度，蒸過一小時者。）中洗滌之。加熱一小時，以殺菌的小刀去其皮，且切作扁平形。置之佩立氏玻盒中。於乾熱殺菌器中，熱至 100°C ，歷一小時，即可備用。

6. 血清培養基 在他種培養基中，發育不完全或不發育之細菌，在此培養基中，每能盛行繁殖。欲採取血清，宜先截斷大動物之頸動脈，將

生 物 學 實 驗

其迸出之血液，盛入殺菌之大圓筒中，放置一二小時後，則血液完全凝固。斯時苟欲促進血清之分離，宜以殺菌之玻璃棒解離血液與玻璃之密着部。然後置於冰箱內，歷一兩天後，則析出帶黃色透明之血清。於是用殺菌之吸管吸出之，分配於殺菌之試管中，更將此等試管用間斷殺菌法處理之，行一星期（每日宜以 60°C 溫度，加熱三小時，歷一星期後，再加熱至 70°C ），以製成透明之血清培養基。

7. 牛乳培養基 取去脂肪之新鮮牛乳，分置於殺菌之試管中，在誇黑氏殺菌器中，每日殺菌半小時，連續三日。惟斯時若以長時間之高熱沸煮，則牛乳中之乳糖變化，培養基遂成褐色，故宜顧及。又牛乳所含之菌類，其抵抗熱力頗強，而殺菌較為困難，故有在牛乳中，加入迷蒙精，以之殺菌者。惟用此法時，於放置兩週後，宜以 50°C 溫度處理之，使迷蒙精蒸散。

8. 雞卵培養基 有液體及固體兩種。前者之製法，係以肥皂及水洗滌卵殼，次浸於千分之一的昇汞水中，數分鐘後取出，用殺菌蒸溜水洗去昇汞。再以殺菌之棉花拭乾，即可供用。後者之製法，係握新鮮雞卵，強動盪之，使卵白與卵黃混和。次乃以 75°C - 80°C 之溫熱，使之凝固，復用昇汞水洗滌。然後破殼，將其內容物切碎，入於佩立氏玻盒內，用誇黑氏殺菌器殺菌，即成固體培養基矣。

培養基準備後，即可培養細菌。然培養細菌之目的，在檢查其形性，及其在培養基上發育之狀況等。故不可不自混雜之細菌中，分離欲研究之某一種細菌，以供培養。故欲行純粹培養，必須先行分離(isolation)。分離細菌所用的方術，雖有數種，然常用者為扁平培養(plate culture)。此扁平培養之主旨，係用固體透明培養基，依細菌生成聚落之性質，而區別其種類者也。欲行此術，可先將佩立氏玻盒行殺菌的手續。另以試管中之膠質培養基或洋

實驗室工作一般之指導

菜培養基，加熱使其融解，放冷至與吾人體溫之溫度相同。然後以左手執試管，右手將已殺菌的白金針，插入含菌之液中，使菌附着於其上，乃以右手之小指與無名指，夾拔棉栓(遇到之實驗，則先以火焰略燒棉栓之表面，殺其附着之菌。拔開棉栓時，宜使試管傾斜，以免空中細菌之落入。) 迅以白金針伸入管中，將其尖端觸培養基。抽出白金針，塞以棉栓。次用右手將培養基振盪，使細菌在各部平均分布。然後去試管之棉栓，以火燒管口，達殺菌之目的。惟斯時宜用右手微開已殺菌的佩立氏玻盒之一面，傾注含有細菌之培養基於其內，而平置之。此即稱為原液。次依同法，另取培養基融解之，復將白金針之尖端，蘸原液少許，植入培養基中，則稱為第一稀釋液，更取一培養基，依前法將細菌植入，則稱為第二稀釋液。所以如此遞次移植者，因細菌之數多時，則扁平培養所發生之菌落，互相接觸，分取之，則屬困難。苟依此法逐漸稀釋，則在第二液之稀釋菌落，可成為點狀，其中必祇含一種細菌，而便於分取矣。又細菌移入佩立氏玻盒後，宜平置之。俟培養基凝固後，置於孵卵器中(溫度為 25°C)或溫暗之處，經兩三日後，常可見盒中之培養基上，發生小點，此即細菌之聚落也。迨其發育後，採取其一部而鏡檢之，即可觀其狀態。苟其為欲分離之細菌，則移植於適當之培養基中，而使之繁殖，遂能達純粹培養之目的矣。

分離細菌之方術，已如上陳，而培養方法，實更有一述之必要。培養細之方法有種種，爰述其主要者如下。

1. 穿刺培養法 細菌繁殖之狀態，恒依其種類而殊。藉穿刺培養之方法，既可檢視細菌特殊之生育狀態，復可鑑別其種類。其法，將白金針之尖端，插入純粹培養液中，使細菌附着於其上。次將白金針垂直，刺入凝固的膠質培養基，或洋菜培養基中。如是，則細菌在白金針通過之處，盛行繁

殖。向氣細菌(aerobic bacteria)多在表面繁殖。嫌氣細菌則僅在內部繁生。其聚落之形狀，亦因種類而殊。又細菌在膠質培養基時，有液化與不液化之分。其液化之狀態，亦因種類而異，故欲認識液化之菌類，亦可用此種培養法也。

2. 劃線培養法 將需要之細菌，附着於已殺菌的白金針上。次用左手平執盛有膠質或洋菜培養基之試管。如前法用右手之兩指，夾拔棉栓。速用白金針之尖端，於培養基的斜面上之中央部，劃一長線。即抽出白金針，塞以棉栓，置之於孵卵器中，保持25°之溫度，二三日後，則劃線之部分，發生聚落。其乾燥色澤菌層周邊之形狀等，亦依細菌之種類而殊，故由此可識別其種類。

3. 嫌氣細菌培養法 嫌氣細菌之發育，最忌氧氣，故培養時必須用特別之器具，例如柏科納氏管，法蘭蓋魯氏管及挪綁氏鑷等是也。嫌氣細菌培養法頗多，茲僅就其常用者述之。其法，將嫌氣細菌之劃線培養器，入於盛有焦性沒食子酸(pyrogallic acid)與氫氫化鉀溶液之管中。其管口加塞。因含焦性沒食子酸之氫氫化鉀溶液與氧氣化合之力強，故器中之氧，盡被吸收。惟沒食子酸之吸盡器中的氧，約需一晝夜，故須經過該時間後，方能將培養器置於孵卵器中。凡空氣100m.m.²，需用焦性沒食子酸1g.與1.5%氫氫化鉀溶液10m.m.²。

至於用液體雞卵培養基培養細菌時，宜用殺菌之針，將已處理之卵的一端。穿一小孔。次以附有需要之細菌的白金針，從小孔插入卵內。然後以蠟封閉孔口，遂可達培養細菌之目的矣。

細菌之培養，既如上述，此處更進言接種。接種所以檢驗純粹培養之菌類，是否確為某種生物之寄生菌，而使其發病者。或試驗甲種生物之寄生菌

實驗室工作一般之指導

，對於乙種生物能否寄生。茲舉一二例，以說明其方法。取盆栽植物五株乃至十株，擇其健全之部分(如寄生於葉者則就其葉，餘可類推·)，先以棉花蘸昇汞水拭淨之，次以殺菌蒸溜水洗滌。乃以殺菌之小刀於該部分作一傷痕(從傷口侵入之菌，須作此傷痕，否則不用·)，迅以殺菌之白金針，從試管取菌少許，塗於傷口上，即以蠟紙包之。植物之小者，宜覆以罩。勿令爲虫豸所侵。如是歷一週乃至十日，若無特殊之障礙，則必有病徵表現；其不現病徵者，亦須連續試驗數次，以定寄生之確否。

至若用供接種用之動物，普通以鼠，天竺鼠，兔，鴿及雞等爲常，而猴亦常採用。尋常傷皮接種法(method of cutaneous inoculation)多用健全之鼠以供接種。其法，先以殺菌小刀於鼠耳上作一傷痕。次用殺菌針蘸取需接種之細菌，觸於傷口。乃將鼠置於玻璃中，罐內之底的一部分，須預先墊以鋸末，罐口覆以鉛絲網，飼養相當時日，俟其有病徵表示，乃解剖之。以殺菌之白金針，刺入心臟，即可以蘸得之物，供培養之需。此外有於皮下接種者，有用注射法以達接種之目的者，茲不贅。

Ⅱ 細菌保存標本之製作法 以殺菌之白金針，挑取需要之細菌，置於乾潔之蓋物玻片上，擴散之使成薄層，愈薄愈佳。次以其他蓋物玻片，覆於該薄層上。用曲尖之鑷子夾持兩片，輕輕延引而離開之。如是，則可得兩標本片。俟其充分乾燥後，即可供染色之用。通常用之染液爲洋紅(fuchsin)液或 methyl violet 液。經除水及以萊羅魯油潔清後，即可滴加坎拿大樹脂於載物玻片上，覆以有菌層之蓋物玻片，使菌層被封坎拿大樹脂中，遂成爲保存標本。

此外有許多細菌標本，須於製作切片時獲之，反覺妥善。例如炭疽病菌(anthrax)等，即可從受接種該菌之鼠體上得之。其法與動物組織保存標本

生 物 學 實 驗

製作法相仿，即從鼠體割取適宜之組織，用石蠟包埋材料，製成切片。除蠟後，即可依下述之手續處理之。

壹. 以龍膽紫染液染之，需五分鐘。

貳. 以水洗滌之，數秒鐘即足。

參. 用格蘭氏液 (Gram's solution) (碘 (iodine) 1g. 碘鉀化 (potassium iodid) 2g.，蒸溜水 300c.c. 之合液。) 處理之，直至其呈黑色為止；普通需一二分鐘。

肆. 以95%酒精處理之，直至其色不現為止。

伍. 以水洗之，并用顯微鏡檢驗。若發現細菌充分着色，則宜加染背景之重染劑。

陸. 以 erthrosin 處理之，需三四秒；若用卑斯麥褐色染劑 (Bismarck brown) (卑斯麥褐色顏料 2g.，70%酒精100c.c. 之合液。) 處理之，則需五分鐘或十分鐘。

柒. 迅以95%酒精及純精除其水分。不能越五秒鐘或十秒鐘。

捌. 以萊羅魯油處理之。

玖. 裝裱於坎拿大樹脂中，加貼記載之票籤，遂成爲細菌之保存標本。

實驗室工作一般之指導

生 物 學 實 驗

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

生物與無生物 (LIVING MATTER AND NON-LIVING MATTER)

主要目的 探究生物與無生物之區別。

用品 (1)有土的花盆；(2)清水。

材料 (1)浸於水中二十四小時之蠶豆種子；(2)小石塊；(3)生活之犬或雞。

I 試就校園或庭前所栽樹木，例如槐樹或梅樹（在我國北方者可用槐樹為例，在南方者可用梅樹為例），與石塊作比較的觀察，而注意次列五點：(1)幼小之槐樹或梅樹，從何而來？園中或庭前之石塊能復生小石塊否？(2)槐樹或梅樹與石塊是否俱能漸漸長大？(3)槐樹或梅樹在一年中之各季，外形上有何差異？石塊是否亦能隨四季而變化其形狀乎？(4)槐樹或梅樹與石塊是否都須吸收養分？(5)槐樹與梅樹能永生不死否？石塊亦有死亡之時乎？學者試就上述五點，加以解答。

II 取蠶豆種子與小石塊各十二粒，分別栽培兩個有土的花盆內，以同樣之手續處理之。逐日檢視，記載其變化之情形，而作一簡單之報告。

III 試就槐樹或梅樹與犬或雞作比較的觀察，將其相同及相異之點，列舉以對。

結論 諸生試作生物與無生物不同之點的結論。

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

生活之蝗蟲 (THE LIVING LOCUST)

主要目的 探究生活蝗蟲之行爲與形態上之關係。

生 物 與 無 生 物 生 活 之 蝗 蟲

材料 生活之蝗蟲(或用群蟻代之亦可)。

I 生活蝗蟲之研究地點，如在可能範圍，固以在戶外空地或田野間為佳；然在實驗室中舉行，亦無不可。

II 蝗蟲之動作如何？試填寫下表之空白處。

運動之方式	用其體之何部	諸部中之每部在移動其體從此處而移至彼處時如何動作
走		
跳		
飛		

III 蝗蟲如何嚼食？試就下表空白處填寫之。

用何部器官	食物時各器官如何動作

VI 當蝗蟲休息時，觀察其頭及足之位置。並於其動作時比較其四翅 (wings) 中每對的位置。至於疊翅之方法，亦須留意察視。又當其靜止時之呼吸運動如何，可作一簡單的報告。

結論 諸生試作蝗蟲形態上適於其各種動作之結論。

問題

1. 蝗蟲如何運用其觸角 (antennae) (一名觸鬚)？
2. 在距離多少路程此虫可以察知其將靠近之物？
3. 從何方向此虫能察見一靠近之物乎？
4. 何種聲音可使其驚動？

生 物 學 實 驗

5. 蝗虫跳躍比其體長能遠多少？其跳躍之高度如何？
6. 學者就所知者能舉出蝗虫或蚱蜢有若干不同之種？每種蝗虫或蚱蜢其形態上不同之點若何？
7. 蝗虫何以屬於昆虫，又在昆虫中屬於何類？

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

蝗蟲之外部構造 (EXTERNAL STRUCTURE OF THE LOCUST)

主要目的 詳細研究蝗虫之外部構造，藉此可推知其生活時形態上與行為之關係。又與其相近似之昆虫的外部構造，更藉此可知其梗概。

器具 (1)玻璃瓶； (2)放大鏡； (3)鑷子； (4)解剖刀。

用品 (1)迷蒙精； (2)白硬紙。

材料 以新鮮麻醉之蝗蟲(註一)為佳。如無新鮮材料，則可用70%酒精浸製的標本。

I 將蝗蟲之翅提起，則體面易見。其體面被有幾丁質(chitin)之外骨骼(exoskeleton) (即外被物(outer casing))。描寫一蝗蟲外部側面圖，其長度最少為二寸五分，引點線表明虫體分為頭(head)，胸(thorax)，腹(abdomen)三部。在胸部之前，檢視其有無微細之“領”(collar)。

寫出胸部之三環節(segments)——前胸(prothorax)，中胸(mesothorax)，及後胸(metathorax)。更察視構成各節之諸板——背板(ectergum)，側板(pleuron)，暨腹板(sternum)。計算腹部諸節共有若干？檢視腹部側面中央之縱溝，此溝劃分背板與腹部，其間有假膜(pleura membrane)以連絡之。同時檢視前後環節間之環節間膜(inter-segmental membrane)。注意諸氣孔(

piracles) (一名氣門)，以廣大鏡窺察之。就以上所見者，一一示之於圖中。在頭部，觸角之形狀，長度，及每本之節數；大形之複眼(compound eye)，均須描寫其外形。在胸部，摹寫諸節中每節之一足(leg)及其連接處；共繪三足，示其每足重要部分——基節(coxa)，轉節(trochanter)，腿節(femur)，脛節(tibia)，及蹠節(tarsus)。觀察其諸關節(joints)，脛節之距(spur)，蹠節末端之爪(unguis)，及褥盤(pulvillus)之構造，並一一示之於圖中。在中胸及後胸之背面，各有翅一對。分別提起附着於中胸之前翅(front wing)，及附着於後胸之後翅(hind wing)。將翅與胸節相連之部分，在圖中寫出之。在腹部，察視第一腹節之聽器(auditory organ)，其半月形之孔內有半透明之鼓膜(eardrum)，摹寫聽器之外形。

II 繪一蝗虫頭部之前面圖，指出頭頂(vertex)，前頭(fron)(此部縱分爲三區)，頰(gena)，頭盾(clypeus)，上唇(labrum)，觸角，複眼及單眼(simple eye)等部。單眼須用廣大鏡尋出之。

III 將蝗虫口部周圍之各部，用鑷子細心取出，排列之於白硬紙上，惟各部須安插得當，而每部周圍亦須留小許空白之處。將諸部寫生(放大二倍)。附以上唇(裏面根部有上喉嚨epipharynx)，大顎(mandible)，小顎(maxilla)，下唇(labium)，及下喉嚨(hypopharynx)等主要部分之名稱。另繪小顎及下唇兩圖；前者附以內葉(lacinia)，外葉(galea)，小顎莖節(stipes)，小顎樞節(cardo)，及小顎鬚(maxillary palpus)等名；後者附以基部(gula)，亞頤節(submentum)，頤節(mentum)，舌狀部(ligula or gloss)及下唇鬚(labial palpus)等名。

IV 取出整調的腹部，注視第十腹節背板後端各側之尾狀物，此尾狀物名曰尾毛(ceria)。若所用之蝗蟲爲雄者，則其第十腹節之背板被挾於尾毛，

生 物 學 實 驗

腹板之大部爲其所蔽，僅兩側之部分現於尾毛之下。檢視開口於此兩板間之肛門(aanus)。在此腹節內方，並檢視其陰莖。若所用之標本爲雌者，則其第十腹節消失，第九節亦僅有腹板稍可認別，在第十一與第八腹節之間，有四個極發達之突起，是名產卵管(ovipositor)，察視其腹片基端之交尾門。

問題

1. 蝗足三對彼此有何不同之點？
2. 試言六足中之每對的特點，及其各適於爲該動物所運用之處如何？
3. 蝗虫前翅與後翅有何異同之處？
4. 幼穉之蝗(蚱)與成長之蝗相異之處，能言之歟？

(註一) 將蝗蟲納入玻璃瓶中，滴入迷蒙精少許，使之麻醉。所用之材料，以我國產的普通飛蝗(*Tachytelus cinerascens* Fab.)爲合適。若用他種蝗蟲或蚱蟥，則教師如發覺其構造與飛蝗不同之點時，須臨時更變其教材。

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

蝗虫之內部構造(INTERNAL STRUCTURE OF THE LOCUST)

主要目的 詳細探究蝗虫之內部構造，藉此可明瞭其內臟(即內部諸器官)(organs)之狀況。而與其相近似之昆虫的內臟，亦可借此而知其梗概。

器具 (1)解剖盤；(2)解剖器；(3)解剖顯微鏡；(4)擴大鏡；(5)顯微鏡；(6)載物玻片；(7)蓋物玻片；(8)大試管；(9)吹管。

用品 (1)迷蒙精；(2)30%之氫氯化鉀溶液。

蝗 蟲 之 內 部 構 造

材料 新鮮殺死之蝗虫，或70%酒精製之標本。

欲着手解剖蝗虫，而觀察其內部之構造，則於其內部諸器官或系統 (systems)之概況，不可不預知其大略。神經系(nervous system)之主要部分縱列於腹側正中外骨骼(exoskeleton)之內方；體之中央通有消化管(digestive tube or alimentary canal)；在消化管後方附近有排泄管(excretory tubules)；在兩側氣門之內方，連接氣管(air tubes or tracheae)與白色之囊狀體。循環系(circulatory system)主部——心臟(heart)——以條形而縱通於背側正中外骨骼之內方。生殖腺(gonad)在消化管稍近中央之背側，此等器官之周圍及其空隙，有衆多之脂肪體(fatty bodies)附着，更有多數之筋肉(muscles)。

一 神經系(Nervous System)

蝗虫神經系之主要部縱列於腹側正中外骨骼之內方。若欲剖視之，可先除去其一方之甲，然後置於水中，徐徐用簞子拔去其筋肉及脂肪等。惟神經系易於破壞，故應十分注意。俟神經系畢露，置之於解剖顯微鏡下窺之，將見神經系乃由神經節(ganglion)(亦名神經球)與神經(nerve)構成。主要之神經節各由二條之神經索(Commissures)連合而成神經節連鎖(nerve chain)。細察神系之構造及其與他器官連絡之狀況，試就所見者繪圖，附以下列諸部名稱：(1)食道上神經節(supra-oesophageal ganglion)(即腦)(brain)(在右左觸角之間，食道之背側。此部可別為前大腦(proto-cerebrum)，後大腦(deutocerebrum)，與第三大腦(tritocerebrum)之三部。由前大腦之前方分出三個微細之單眼經神而入於單眼，在前大腦之左右有視神經葉，從後大腦分出觸角神經兩個。從第三大腦分出往上唇，食道前，頭部等處之神經。又從食道上神經節之腹側兩端分出食道抱接神經。)；(2)食道下神經節(suboesophageal ganglion)(在食道腹側之頭部膜狀骨的腹部。)；(3)胸部神經節(thoracic

生 物 學 實 驗

ganglion) (在前胸，中胸，後腦各有一神經節，各節由左右兩半部合着而成。由第三胸部神經節分出之神經中，有一對達於各側之聽器，而與附着鼓膜之聽神經節相連絡。)；(4)腹部神經節(abdominal ganglion)(位於腹部，共有五個神經節，由第五腹部神經節分出神經，達生殖器處。)

此外尚須觀察者，即為交感神經系(sympathetic nervous system)，由此系分出神經達於背管，消化管，及氣管等處。描寫下列諸神經節：(1)中央食道神經節(central oesophageal ganglion)；(2)側部食道神經節(lateral oesophageal ganglion)；(3)嗉囊神經節(crop ganglion)。

二 消化器(Digestive Organ)

另取新鮮殺死之蝗虫，剖開體壁，檢視其消化管及其附屬器。消化管始於口(mouth)經口腔(oral cavity)，咽頭(pharynx)，而於背方與食道(oesophagus)相連。食道為較細之管。彎曲於後方而入於嗉囊(crop)。嗉囊近中央處有淺頸，即為前胃(proventriculus)。前胃至腹部之前端與胃(ventriculus or stomach)相接。在胃之後，而與胃相連者為腸(intestine)。腸可分三部，始為小腸(ileum)(即迴腸)，其次為大腸(colon)，(即結腸)，其次為直腸(rectum)。直腸開口於體之後端的肛門。通常區分消化管為前腸(stomodaeum)，中腸(mesenteron)，及後腸(proctodaeum)三部；惟依上述之區分法言之，則口腔，咽頭，食道，嗉囊及前胃相當於前腸；胃相當於中腸；小腸，大腸及直腸相當於後腸。

細觀嗉囊之腹側，將見有衆多白色不透明之細粒，是即唾腺(salivary gland)；以放大鏡檢視其分出之管的狀態及管的開口處。觀察覆於嗉囊後半部及胃之前部之盲囊(即胃盲囊)(gastric caeca)。其數有六，為消化腺之一種。

蝗 蟲 之 內 部 構 造

三 排泄器(Excretory Organ)

在第五腹節之前端，注視附於胃之後端之細管，此細管開於胃與小腸之境邊，是即排泄管，亦名馬魯披基氏管(Malpighian tubes)。此為營泌尿作用之排泄器。

四 呼吸器(Respiratory Organ)

檢驗氣管，若用新鮮材料，則可見其中充滿空氣而呈銀白色。以顯微鏡窺察之，將見螺旋絲(taenidium)貫通於其中。

欲作精細之檢驗，可將蝗虫之頭，翅，足，及背壁等部除去，投入30%之氫氰化鉀溶液中。預先浸二十四小時，再盡去脂肪，筋肉，及維繫組織。屆時更置實驗材料於盛水之解剖盤中，以吹管等除去其他組織。鏡檢之，則見短大之氣管其外方連接氣門，更與其旁之氣管相連接。

五 循環系(Circulatory Organ)

取新鮮殺死之蝗虫，沿背側中央線之稍左或稍右用剪刀縱剖其體壁，檢視其心臟。心臟前方與一大動脈管(aorta)相通連，心臟與大動脈管合稱背脈管(dorsal vessel)。

六 生殖器(Genital Organ)

另剖蝗虫，若所剖者為雄，將見腹之前部，消化管之背側，有左右合而為一，且由衆多睪丸小胞(testicular follicles)合成之白色睪丸(testis)。檢視其所分出之輸精管(vas deferens)，通連於射精管(efaculatory duct)之狀況，及射精管之開口。若所剖者為雌，將見腹部消化管之前背方，有由衆多卵巢小管(ovarian tubes)構成之卵巢(ovary)。注意卵巢小管含數多長橢圓之卵。各小管由柄得連於輸卵管(oviduct)，仔細視其合成之管及最終開口之處。受精囊(seminal receptacle or spermatheca)為螺旋數回之管，居輸卵管末

生 物 學 實 驗

部之背方。

就實驗時所見者，作神經系，消化器，排泄器，呼吸器，循環器，生殖器等之寫生。每作一圖，須附以各部之名稱。

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

蜜蜂或野蜂 (THE HONEYBEE OR THE BUMBLEBEE)

主要目的 探究蜜蜂或野蜂之形態及其生命史。

器具 (1)放大鏡；(2)鑷子；(3)解剖針。

材料 採集蜂蜜或野蜂保存於70%酒精中。

I 繪一蜂的外部圖其長度最少為二寸五分。體之主要部分如翅，足，觸角及複眼等，須各附以名稱。

問題

1. 蜂體之主要部分為何？
2. 蜂體之各部何者與蝗蟲或其他昆蟲為相當之部分？何者彼此不同？
3. 蜂有若干翅？其附着於體者為何部，試與其他昆蟲比較？
4. 試述蜂之翅與蝗之翅相同相異之點。
5. 蜂有若干對足？其排列於體上之情形如何，試與其他昆蟲比較？

II 繪一蜂頭之前面圖，放大三倍。寫出觸角，複眼，單眼，及口部并附以各部之名稱。又繪一蜂口放大圖，寫出其所包括之諸部。

問題

1. 蜂之觸角在何方面與蝗蟲(或蚱蜢)相似？在何方面與蝗蟲相異？
2. 比較蜂口各部與蝗口各部，在何方面此二者相同？在何方面此二

者相異？

Ⅲ 如實驗之材料為蜜蜂則可比較其工蜂 (worker of honeybee) (即不完全之雌蜂)，后蜂 (queen of honeybee)，及惰蜂 (drone of honeybee) 即雄蜂。在何方面此三者相同？在何方面彼此相異？此三者之行爲有無相同或相異？

Ⅳ 繪一蜂之生活史中每一顯著時期，如卵 (egg)，幼蟲 (larva)，蛹 (pupa) 成蟲 (adult) 等之放大圖。

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

蝶 (THE BUTTERFLY)

主要目的 探察蝶之行爲，與研究其形態及生命史。

器具 (1)昆蟲飼養器；(2)鑷子；(3)解剖針；(4)解剖盤；(5)擴大鏡；(6)蓋物玻片；(7)載物玻片；(8)顯微鏡。

材料 如在可能範圍，以採得生活標本爲佳。若用70%谷浸製之標本，則宜選擇其大形者如鳳蝶等。幼蟲與蛹如可利用，則仍以採用生活者爲良。欲得其生命史中諸期之材料，可於五六七月間，巡視菜園，採摘附有白粉蝶卵之菜葉。携歸實驗室，納入陰暗處之昆蟲飼養箱中以飼養之，如此，則白粉蝶之生命史極易着研究。至於蠶蟲蜂及蛾亦須預備若干隻，作比較觀察之用。

I 取生活之蝶，置於昆蟲飼養箱內，觀察其足與翅之運動狀態。如能在校園觀察其自然者則更妙。

II 從口部顯著伸出之長輪狀吻，謂之前食管 (proboscis)。試將新鮮殺死之標本或浸製標本，用針漸展其前食管，則伸長如管狀。蝶用此管吸蜜之狀，頗饒興味。日間在校園中，即可觀察其運用口部之狀況。

III 摺疊蝶翅使其背上，寫一蝶之側面圖。體之主要部分，如觸角，複

生 物 學 實 驗

眼，前食管，足，翅及腹部之環節等，皆須一一加以細察，描寫其外形，附以各部之名稱。

IV 比較前翅與後翅，注意其相同及相異之點。將蝶之外骨骼，細加探究，並作一簡單之報告。用新鮮殺死之蝶，從其翅上刷取鱗片小許，置載物玻片上，加水一滴，覆以蓋物玻片，置顯微鏡下窺之，頗能引起學者之趣味。觀其整齊不亂之狀，輒令人驚奇。吾人捕蝶時深知其翅之鱗粉粘附於指端。以此經驗為基礎，宜使學者知其粉狀之物，實為表面有皺，邊緣有鋸齒狀之完全鱗片也。繪一蝶之觸角放大圖。

V 蝶的發生諸期中如卵，幼蟲及蛹之形狀，可就其外形寫生，注意幼蟲食葉之狀。停食時居於葉之何面，表面抑裏面？夜間亦取食否？幼蟲一切動作，學者須就所見者以對。幼蟲變蛹時之預備如何？如何吊法？試觀察其脫皮之狀，及成蟲出蛹皮時之情況。

問題

1. 蝶足有若干，何處與蝗蟲及蜂之足異？如何運用其足，試與蝗蟲，蜂足之運動比較？
 - 一 蝶如何運用其翅？ 在何方面蝶翅之運用與蝗蟲，蜂及蛾之翅相同？ 在何方面蝶翅之運用與蝗蟲，蜂及蛾之翅相異？ 蝶翅疊時與展時，何者令人注目？
3. 蝶如何運用其口？
4. 蝶之外骨骼與蝗蟲，蜂及蛾之外骨骼，何處相同，何處相異？
5. 蝶之觸角與蝗蟲及蜂之觸角有何異同之點？ 蝶之觸角與蛾之觸角有何區別？
6. 凡體形，環節，主要部，附屬器，外骨骼，觸角，眼等，幼蟲與

蝶 昆 蟲

成長之蝶有何相同之點？

4. 幼蟲與成長之蝶有何不同之處？

5. 成蟲出蛹皮時，蛹由何部裂開？ 出蛹之蝶呈何狀態？ 甫離蛹之三小時內作何舉動？ 所剩之空皮與何物相像？

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

昆 蟲 (INSECTS)

主要目的 重複研究已習的昆蟲。

蝗蟲，蜂，及蝶形性雖彼此互異，然皆同屬於昆蟲類(insects或作Insecta或作Hexapoda)比較下表中昆蟲類之三種形式，並指出其相同點及相似點。

昆蟲名稱 構造與性質	蝗 蟲	蜂	蝶
體 之 各 部			
足之數目與排列			
足 之 諸 部			
翅 之 附 着 處			
前翅與後翅之比較			
眼 之 種 類			
觸角之性質			
口部之性質			
外骨骼之性質			

生 物 學 實 驗

體 部 之 各 節	•	
呼 吸 器 管		
生 命 史 中 之 諸 期		

問題

諸生對於已習之昆蟲能知其共同之特徵為何，能下昆蟲之定義否？

實驗次數.....時期.....姓名.....地點.....

完全植物 (A COMPLETE PLANT)

主要目的 探究完全植物之主要部分。

材料 採集領小植物標本，慎為羅致其完全者，每株各部位須無欠缺或破壞。

將一完全植物寫生，並注解根 (root) (即地下諸部) 及地上部 (英語謂之 shoot) 等名稱。在地上部，並分別註釋莖 (stem)，葉 (leaves)，花 (flower)，果實 (fruit) 等名稱。

問題

1. 試述植物之每部對於整個植物的生命有何關係？
2. 屬於此種植物或其他植物之各部，何者能為人類所利用？
3. 葉之配布與枝花之配布間有何關係？
4. 花與果有何關係？

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

花 (THE FLOWER)

完 全 植 物 花

主要目的 研究花之主要部分，及其與昆蟲之關係。

器具 (1)，大鏡；(2)解剖器。

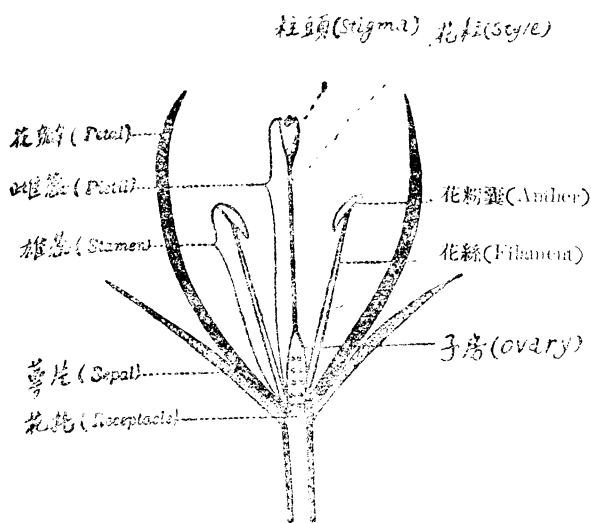
材料 (1)選擇具備，整齊，及完全的花(註一)為材料，例如野玫瑰，景天，或鬱金香等均可；(2)選擇不整齊的花(註二)為材料，例如荊芥，和蘭介乎，石斛或蘭花等皆可。

一 具備整齊及完全的花

I 花為種子產生的一種構造。下列圖式(diagrams)可助學者研究模式花之主要部分的名稱(names of the principal parts of a typical flower)。種子從子房(ovary)中之胚珠(ovules)發育而來。一子房可包含一區分部至數區分部，內藏一至數多之胚珠。當種子成熟，則子房成為果實(fruit)或種實(seed holder)

II 學者須將標本逐部比較，並參看下列圖式，直至諸部名稱均瞭然為止。即其構造及互相關係之位置，亦須明瞭。

III 繪一大圖式，指出花之結構，及附以所有部分之名稱。切開雌蕊，

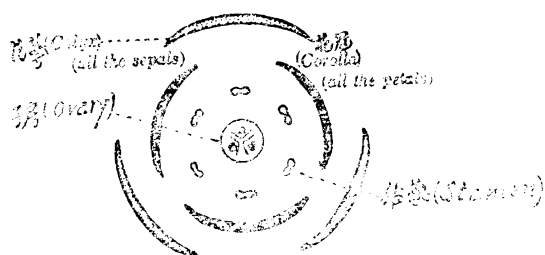


並在圖式中表明其各部之排列，及胚珠之附着處。

二 不整齊的花

I 觀察不整齊花之萼片，計算其萼片有幾。諸生試就已習之花，細察其不整齊花與整齊花之萼片，彼此不同之點。檢視不整齊花之

生 物 學 實 驗



花冠所分之部分；對於其分離之花瓣與整齊花花冠分離之花瓣；能尋出其彼此相當之點否？次檢視不整齊花之花冠與整齊花之花冠，有何

不同之點。學者就觀察所得者作一報告。

Ⅱ 計算不整齊花之雄蕊有幾，及注視其配置之狀況。試言雄蕊之配置與花冠各部之關係。諸生就已習之花，比較整齊花與不整齊花之雄蕊的排列狀態。注意其不同之點。細察不整齊花及整齊花之雌蕊相似及相異之點。試言雌蕊之排列與花冠各部之關係。

Ⅲ 試作圖式，表示所習之花之特徵，並註明各部名稱。

三 花與昆蟲

當植物行他花受精之作用(cross-fertilization)(註三)時，常藉種種之媒介物。媒介物之普通者為水流，風力及昆蟲。而昆蟲尤為普通。諸生試於天氣溫暖，百花競放之日，涉及田園，常見有花之處，必有昆蟲飛舞其間。花愈芳香，昆蟲亦愈多集。細察昆蟲飛來之行爲，多為探採花粉(pollen)，尋索花蜜(nectar)(即甜液)，肢及其身觸花粉囊而散着無數花粉。此花探求既畢，復索之彼花，忙碌之狀，難以言形。蟲體既黏染此花之花粉，不期而附着於他花雌蕊之柱頭，遂達他花受精之目的。諸生試尋究其原因，及其彼此間之關係。

已習之花，諸生能尋求其是否具有花蜜？昆蟲是否皆喜來集於該花乎？已習之昆蟲中何者能為花而傳遞花粉？試就所知者以對。

(註一) 具備花(complete flower)者，一花中具有花冠，花瓣，雌蕊及雄蕊者也。整齊

花 向 日 葵

花者(regular flower)，一花中所有花瓣及所有花萼均各相同之花也。全完花(perfect flower)者，雌蕊及雄蕊全具之花也。

(註二) 不整齊花(irregular flower)者，一花中所有花瓣及所有花萼形狀不能一致者也。

(註三) 本花之花粉在本花之雌蕊內受之，則成白花受精(self-fertilization)。白花受精所生之種子必狹小。且衆多植物，遇本花之花粉，不能受精，故必待他粉之花粉，落於本花雌蕊之柱頭，方能行受精之作用，是謂他花受精。

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

向日葵(THE SUNFLOWER)

主要目的 探究向日葵之花的形態，及其運動之狀況。

器具 (1)解剖器；(2)擴大鏡。

材料 向日葵之花頭(flower head)。

I 向日葵之花頭，外觀宛若一朵巨花，實則為無數的花所叢生(註一)，學者不可不加以注意也。此無數之花叢生於莖頂，而成所謂頭狀花序(capitulum)，其下則承以總苞(involucre)。

II 學者試察一花頭內之花的形狀有幾，在花頭中央者與在周緣者有何不同之點？

III 試從花頭拔出一花，探究其花冠之狀態。此花為整齊花乎，抑為不整齊花乎？。在花頭中央之花，位於邊緣者先開乎，抑位於中心者先開乎？學者作簡單之答復。

IV 檢視從花頭中央拔出一花的雄蕊，將見其有五本，其花粉囊互相

生 物 學 實 驗

連合，而成所謂聚藥雄蕊 (syngenesious)。次察視其雌蕊，則知祇有一本，其柱頭二列，子房內藏有胚珠。學者須將從花頭中拔出一花，寫一放大圖，附以花冠及柱頭等名稱。縱剖一花，將雌蕊之全部及雄蕊之排列狀況，以圖式表示之。

V 從花頭之周緣，拔出一花，詳察其花冠之形狀。其花冠之內無雄蕊，學者不可注意及之。將此花繪一放大圖，以表示其特點。

VI 校園如植有向日葵，可擇定一兩本，於朝暮間觀察其花頭之方向，有無變動？花頭有向日之性否？試作一簡單之報告。

(註一)與向日葵相近似之植物如菊，翠菊，萬壽菊，大理花，蒲公英等菊科 (compositae) 植物，其花均多數叢生而成一花頭，此花頭世人有以爲單花者，實大錯誤也。

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

胚囊及花粉管 (EMBRYO SAC AND POLLEN TUBE)

主要目的 研究胚囊之構製，花粉管之發生狀態，以及受精 (fertilization) 之概況。

器具 (1)解剖器；(2)切片器具；(3)顯微鏡；(4)載物玻片及高凹載物玻片；(5)蓋物玻片；(6)擴大鏡；(7)玻盤；(8)金屬絲網；(9)大鐘形玻璃罩。

用品 植物生理糖水(註一)。

材料 選取各種具有子房之花，及具有花粉之花以爲材料。

I 以胚珠薄切片，置於高倍顯微鏡下窺之；就所見者繪一圖，表示胚囊及囊內之微細構造——核 (nuclei) (sing. nucleus)。

II 取諸種花粉粒 (pollen grains) 分別置於顯微鏡下窺之；描寫其外形

，並各附以所用材料之名稱。

Ⅲ 花粉粒本有內外兩膜，當其成熟時，則花粉囊自開裂，使之播散。若因媒介物之力，而粘附於雌蕊柱頭後，其內膜之一部分即漸破外膜而發生花粉管。若作人工的實驗，宜將植物生理糖水，注一滴於凹窩載物玻片之凹窩內，撒入花粉粒，覆以蓋物玻片。置之濕空氣中（因須與在柱頭上之環境狀況相彷彿，故可作一人工的潮濕器，即先以水傾入磁盤，盤口覆以金屬絲網，次以盛有花粉粒之凹窩載物玻片置於金屬絲網上，然後以用大鏡形玻罩盡覆此等器物。），至數日後，置顯微鏡窺之，則見花粉粒中伸出花粉管者甚多。摹繪其形狀，及註明花粉粒，花粉管，及位於管端之核。

Ⅲ 花粉管有一特殊之核曰精核(sperm nucleus)，而胚囊亦有一特殊之核曰卵核(egg nucleus)。此兩核結合，是謂受精。然此二者所賴以結合者，則緣於生活物質的一絲狀管。當花粒附於柱頭時，得適宜之境遇，即生花管，降於花柱之內，入於子房，通過胚珠之小孔(此小孔名曰珠孔(micropyle))，而適抵達於胚囊。諸生試用顯大鏡檢驗柱頭之端，能發現花粒附與於此處歟？如其發見，能知其複雜之力以達於此處歟？

Ⅳ 花粉管有長於花柱(如玉蜀黍之絲則甚長)者。花柱之內部組織鬆而柔。欲探究花粉管入於胚囊之過程，如無特別裝置，則不易窺見也。

(註一) 植物生理糖水者，為純潔蔗糖(即白糖)7.5g與蒸溜水水100cc之混和溶液也。

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

植物之細胞(PLANT CELL)

主要目的 探究植物細胞之構造，及原生質之運動狀態。

生 物 學 實 驗

器具 (1) 小刀；(2) 吸管；(3) 解剖器；(4) 載物玻片；(5) 蓋物玻片；(6) 顯微鏡；(7) 玻皿。

用品 (1) 強硫酸(sulphuric acid)；(2) 碘液；(3) 氯化銅溶液(註一)；(4) 3%醋酸；(5) methyl blue染劑；(6) 植物生理食鹽水(註二)。

材料 (1) 葉裏面表皮之薄片(須浸於水中)；(2) 洋蔥頭層的皮之薄片；(3) 水池中之泡沫；(4) 樹皮上之綠色膠質，(註二) (5) 細菌(可用細菌保存標本片)；(6) 腎母菌細胞；(7) 麵包微小許；(8) 石莖蒲或南瓜之嫩毛。

I 諸種預備的材料，均須分別置顯微鏡下窺之，如發見細胞，即須作圖。學者凡能認清之諸部，均須加以註釋，每圖并須說明其為何物之細胞。最低限度，學者亦須將下列諸部探出之：(1) 帶胞膜 (cell wall)；(2) 細胞質 (cytoplasm)；(3) 細胞核(nucleus or kernel) (細胞外有膜壁曰細胞膜；其內容生活物質總稱原生質或原形質 (protoplasm)。原生質內有小體，稱之曰細胞核，原生質圍繞細胞核之部分，謂之細胞質。普通幼稚之細胞，原生質常充塞瀰滿，成長後之細胞，則諸處常漸生空隙。此空隙最後合而為一，謂之液腔(sap-cavity)。此外於多種細胞，學者如能窺葉綠體(chloroplasts)及各種細粒。并須繪其形，而加以註釋。惟此諸種細粒非必各細胞皆有之，又非必於同時并生，學者不可加以注意也。

II 欲特別檢驗植物之細胞膜，可使細胞膜質，變為澱粉性之物質，再使該物質呈固有之反應。試取蠶豆(或蘿蔔)之嫩莖，切成薄片，浸於強硫酸中，再加碘液，則細胞膜呈藍紫色。此由酸之作用使細胞膜質變為澱粉性之物質故也。尋常之柔膜細胞之細胞膜為細胞膜質及植物膠質混合而成。試以氯化銅銻水溶去其細胞膜質，再以3%之醋酸洗滌之，然後染以 methyl blue，則有呈革紫色之特性。methyl blue 亦為適於木質細胞染色之用，但其時呈

青色，而非堇紫色。

Ⅲ 欲維持細胞之生命於顯微鏡下而考察之，可將植物生理食鹽水或植物生理糖水注於載物玻片上，浸活細胞於其中，以顯微鏡窺察之。

Ⅳ 細胞內之原生質能活潑運動，試以石菖蒲或南瓜之嫩毛，置顯微鏡下窺之。其原生質顆粒前後左右流走之狀，顯然可辨。繪一細胞之圖式，示細胞核及能認清的部分之所在。并指示原生質運動之途徑，而以箭矢的符號表示其方向。

(註一) 氯化銅銻水之製法，可依下述手續。先盛銅屑於玻璃皿中，加濃鹽水一度不得攪回反覆爲之，使其液呈濃青色而止。又盛硫酸銅於玻璃皿，注加氫錳化銅，使生沉澱，濾過之，注水洗滌數回。然後溶解於強淨水，如是，氯化銅銻水。

(註二) 以純潔食鹽 $9g$ 溶於蒸溜水 $100c.c.$ 中，即成植，生理食鹽水。

(註三) 從樹皮上採得之綠色膠質，須先浸於水中，方可以之以供實驗之用。

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

動物之細胞 (ANIMAL CELL)

主要目的 研究動物細胞之構造。

器具 (1)解剖器；(2)解剖盤；(3)吸管；(4)載物玻片；(5)蓋物玻片；(6)顯微鏡。

用品 動物生理食鹽水。

材料 (1)動物細胞之保存標本；(2)蛙鰓；(3)蛙血；(4)新鮮豬肝。

Ⅰ 將動物細胞之保存標本片，分別置顯微鏡下窺之。

Ⅱ 用解剖刀柄輕輕刷口腔內之頰旁，以刷得之物，置其少許於載物玻片上，覆以蓋物玻片。以顯微鏡檢之，注意細胞，及觀察其核。

生 物 學 實 驗

III 從蛤鰓上刷取少許之物質，如上法加以鏡檢，注視其細胞。

IV 吸取生理食鹽水一滴，注於載物玻片上。另從蛙之外皮，刺取鮮血一滴，加於生理食鹽水中，上覆蓋物玻片，以顯微鏡檢視其血細胞。

V 切肝一小片，輕輕擦於載物玻片上，加水鏡檢，則肝細胞可見。注意其細胞中有若干個核。

VI 將以上所見各種物細胞，分別作圖。注視細胞核，細胞質，質體 (plastids)，空泡 (vacuoles) 或細胞質中明淨之處。此等部分如有所見，亦應寫出，并附以各部之名。

問題

1. 植物細胞與動物細胞有何不同之點？
2. 肝細胞中有若干個核？各胞細胞中之核的數目，是否完全一致？

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

細胞之分裂(CELL DIVISION)(註一)

主要目的 考察細胞有絲分裂(或稱間接分裂) (indirect division) (註二)之現象。

器具 顯微鏡。

材料 置備能表示動物細胞有絲分裂現象上保存標本(此種標本製作法可參看第36頁動物細胞保存標本製作法第1項)。

I 有絲分裂為細胞蕃殖最重要之現象。試取能表示動物細胞有絲分裂現象之保存標本，置顯微鏡下窺之，注意其染色體(chromosome)之變動。有絲分裂可別為初期(prophase)，中期(metaphase)，後期(anaphase)，終期

(telophase)之四期。試就每期之現象，各繪一圖式。

(註一) 以動物細胞分裂為例。

(註二) 細胞分裂可分為無絲分裂(amitosis) (或稱直接分裂) (direct division)及有絲分裂兩種。後者分裂之現象較複雜，故須特別注意。

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

動物之組織 (ANIMAL TISSUE)

主要目的 探究動物組織之狀態。

器具 (1)解剖器；(2)顯微鏡；(3)載物玻片；(4)蓋物玻片；(5)動物組織切片用器具(參看第23頁至24頁)。

用品 (1)生理食鹽水；(2)1%重鉻酸鉀溶液；(3)苦味酸洋紅(microcarmine)染液(註一)；(4)動物組織切片需用之諸種物品(參看第24頁)；(5)溶於海水之阿拉伯橡皮濃厚液。

材料 (1) 蛙足之筋肉；(2)兔或犬之腦；(3)兔之皮下疎鬆組織；(4)鼠尾；(5)螞蟥之頭部切片保存標本；(6)蛙之胸骨；(7)犬或貓之硬骨；(8)犬或貓之硬骨染色的橫斷切片保存標本；(9)蛙胃及蛙之皮膚；(10)生活之貽貝或牡蠣之鰓。

一 筋肉組織 (Muscular Tissue)

從蛙足採取其筋肉一小塊，置於載物玻片上之生理食鹽水中，用機械的分離法(參看第25頁)以分離之，覆以蓋物玻片，即可鏡檢其組織之狀況，學者就所見者作一圖。

二 神經組織 (Nervous Tissue)

欲檢視神經組織中之神經細胞，可從兔或犬之腦或脊髓，取其一小塊，投於1%之重鉻酸鉀溶液中，靜置兩天以上，取出之，置於載物玻片上之水

生 物 學 實 驗

或甘油中，覆以蓋物玻片，輕叩之，即可從事鏡檢。若欲將組織染色，則此組織一小塊，當從重鉻酸鉀溶液取出後，可置於盛有苦味酸洋紅染色液之鍍蓋玻璃內以染之。以顯微鏡視神經組織之狀態，並作一圖。

三 維繫組織 (Connective Tissue)

I 維繫組織中之蜂窩狀組織 (areolar tissue) 可從兔之皮下疎鬆纖維組織取得之，置於乾載物玻片上，更以針分離之。供察驗之處，不可使之乾燥，故分離組織時，宜以呼出之口氣，使之濕潤。分離既畢，可加生理食鹽水一滴，覆以蓋物玻片，鏡檢之，即可窺見此種組織。若欲染色，則可用苦味酸洋紅染液，以代滴加食鹽水。着色後，可保存於甘油中，以供試驗。

II 筋肉之腱 (tendons) 爲密緻纖維性組織 (dense fibrous tissue) 構成。將死鼠之尾的末端，扯裂而曳出其腱，復分離之，而取其一，投入於生理食鹽水中，以低倍及高倍之顯微鏡從事觀察。另分離之，而取其少許，加醋酸一兩滴，注視纖維膨大而變爲透明。腱細胞在腱束 (爲衆多之白纖維 (white-fibres) 構成) 間爲縱走的排列。洗除酸後，更可用苦味酸洋紅染色，將標本染色。就所見者繪圖，表明維繫組織細胞及白色纖維。

III 以顯微鏡檢視維繫組織之染色切片保存標本 (此種標本製作法可參看第31頁)，就所見者繪圖。

IV 以蝌蚪之頭製成切片保存標本，以顯微鏡檢視其軟骨組織 (cartilaginous tissue)。

V 從蛙之胸骨上端或下端，取一薄片，以生理食鹽水處置之。窺於顯微鏡下，檢視其細胞及集於囊中之細胞羣。將見一囊中常見有兩個或四個之細胞。軟骨爲細胞間質 (intercellular substance) 之特別分化而成，其化學的或機械的抵抗力強，其性質與細胞間質異，對於一定色素，着色甚濃。

VI 以犬或貓之硬骨染色的橫斷切片保存標本（此種標本製作時，必須經脫灰手續，可參看第29頁·），置顯微鏡下窺視硬骨組織（bony tissue），就所見者作一圖，表出哈回氏管(haversian canal)及環繞此管之 lamellae 及骨細胞(bone cells)等。

四 上皮組織(Epithelial Tissue)

I 依細胞實驗時之法（參看第72頁），以解剖刀柄輕刷口腔中頰之內側，將此刷下之物少許，置顯微鏡下觀察其細胞。此等細胞概屬上皮細胞（epithelial cells），扁平而呈鱗形，由此等細胞構成之上皮組織，即鱗狀上皮(squamous epithelium)或稱扁平上皮(flat epithelium)。就所見者繪一鱗狀上皮圖。

II 取蛙之胃作薄切片，以顯微鏡窺察其腺上皮(glandular epithelium)。摹寫一腺組織圖，引線表明之所在。

III 以蛙之皮膚製成薄切片，置顯微下觀察其複層上皮(stratified epithelium)，同時檢視其球狀房(腺)(gland)，此球狀房以短管通於表面。

IV 從生活之貽貝或牡蠣，取其鰓一小塊，以殼內之液保存之，置顯微鏡檢視具有纖毛(cilia)之細胞。試述其纖毛之運動狀況，若徐加溶於海水之阿拉伯橡皮濃厚液，則其運動更易於觀察。凡上皮之由纖毛細胞構成者，即纖毛上皮(ciliated epithelium)。

(註三) 苦味酸染色劑者 ammonium hydrate 5c.c., 蒸溜水 50c.c., 洋紅(carmin)1g., 苦味酸飽和液 50c.c. 之合液也。暴露空氣中兩日，濾過之，即可供用。

生 物 學 實 驗

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

植 物 之 組 織

主要目的 探究植物組織之狀態。

器具 (1)解剖器；(2)顯微鏡；(3)載物玻片；(4)蓋物玻片；(5)植物組織切片用器具(參看第8頁)。

用品(1)氯化鋅(zinc chloride)碘液；(2)碘液。

材料 (1)馬鈴薯之塊莖及甘藷之塊根；(2)秋海棠之葉或鳳仙花之莖；(3)玉蜀黍之莖；(4)梨之果實；(5)桑枝；(6)棟棠之莖；(7)百合類之綠葉；(8)赤松之葉；(9)南瓜之莖；(10)石刁柏、鳳仙花、苦瓜、(或胡瓜)葡萄之莖；(11)松或杉之莖；(12)洋蔥之鱗片；(13)浸於酒精保存液中的大戟科植物之莖。

一 柔軟組織(Parenchyma)

取馬鈴薯之塊莖及甘藷之塊根，切其外皮或橫斷面，使成薄切片。置顯微鏡下窺之，注視其具有數層之扁平形的軟木膜細胞所成之柔軟組織。在甘藷者色較紅而美麗。滴加氯化鋅碘液則染為黃褐色。

二 厚角組織(Collenchyma)

取秋海棠之葉或鳳仙花之莖，切成橫斷薄片，以顯微鏡窺之。檢視其表皮。內方有厚角細胞(collenchymatous cell)所成之厚角組織。各細胞內具細胞質與核，其膜壁在角隅處特別肥厚，加氯化鋅碘液則呈革紫色，此為細胞膜質呈固有之反應。

三 厚膜組織(sclerenchyma)

【 試取玉蜀黍之莖縱斷之，檢視其厚壁之硬膜細胞。

Ⅱ 以梨之果實，作薄切片，用顯微鏡窺之。檢視膜壁甚厚之石細胞(stone cell)，將見其胞腔狹小，原生質消失，僅含液汁，或空。次觀查梨實之

植 物 之 組 織

果肉中，將見其有類顆粒者，此即石細胞之團塊也。石細胞為厚膜細胞中之不呈纖維狀者，普通以之屬於厚膜組織。

四 纖維組織(Prosenchyma)

I 割取桑枝，作橫斷面之薄片，用低倍顯微鏡觀之，檢視皮層下之韌皮纖維組織 (cribral prosenchyma)，此韌皮纖維組織乃纖維組織中的一種。復改用高倍顯微鏡觀之，將見構此組織之厚膜細胞，胞壁極厚，中央僅有細小之空隙。

II 復取桑枝，切成縱斷薄片，置顯微鏡觀之，則見厚膜細胞為細長而端尖之纖維，細察其形狀而摹寫之。

III 用棗之莖縱斷之，切成薄片，可檢視其厚壁纖維狀之木纖維組織 (wood prosenchyma)，此木質纖維亦纖維組織中之一種也。

五 上皮組織(Epidermis)

I 以百合類之綠葉，折斷其一部，剝離其皮，則得無色膜質之薄片，是為上皮組織。取其葉下面之上皮，窺於顯微鏡下，則見有長形細胞與數個小孔，而小孔周邊，圍以兩個新月形之小細胞。其長形細胞即上皮細胞，小孔謂之氣孔(stomata)，小孔旁新月形之二細胞，謂之保護細胞(guard cells)。試就所見者繪一圖，并附以各種之名稱。

II 取赤松之葉橫斷之，使成薄片，用顯微鏡窺之，將見其氣孔不與上皮在同平面而陷沒，試繪其形。

III 用南瓜之嫩莖，切成橫斷薄片，鏡檢之，可見其表面簇生之毛(hair)，此毛為上皮細胞之變形物。

六 導管(Vessels)

導管為管組織之一，因其側壁之膜紋式樣不一，有環紋導管 (annular

生 物 學 實 驗

vessel)，螺紋導管 (spiral vessel)，網紋導管 (reticulate vessel)，階紋導管 (scalariform vessel)，孔紋導管 (pitted vessel) 之分。試縱切南瓜之莖，便成薄片，以顯微鏡窺之，注視其環紋導管。次以石刁柏或鳳仙花之莖，作縱斷面切片。置顯微鏡下，檢視其螺紋導管。復用苦瓜(或胡瓜)之莖，作縱斷面切片，置顯微鏡下窺之，觀察其階紋導管。又用鳳仙花或葡萄之莖，切成縱斷面薄片。以顯微鏡窺察其孔紋導管。就所見者分別繪圖。

七 假導管(Tracheides)

取松或杉之莖，切成透心縱斷面，以顯微鏡觀之，可見其材部由多數纖維狀之細胞而成。且其膜面具有一列之重緣紋孔 (bordered pits)。此纖維狀細胞，即假導管，學者就所見寫一透心縱斷面圖。

八 篩管(Sieve Tube)

用洋蔥之鮮片，切成與葉背平行之橫斷薄片，鏡檢之，檢視其上皮直下柔組織中之粘液管 (mucilage tube)。自鱗片基脚向先端排列。管中各有篩板 (sieve tube)，板面得見細孔。沿管壁有成囊狀而薄之原生質膜 (plasmic membrane)，內含粘液質 (mucilage)。黏液管屬分泌組織，或腺器(簡稱腺)。另作橫斷面薄片，鏡檢其粘液管之切口，就所見者，分別繪圖。

九 乳管(Laticiferous Tube)

以浸於酒精保存液中之大戟科植物的莖。作縱斷面薄片，鏡檢之，注視其乳管。將見乳管內有凝固之物質，核，與骨狀澱粉。此澱粉兩端肥大而中央狹小，呈特異之狀。若注加碘液，則愈覺其明晰。乳管為植物之排泄組織中之一種。

附註

柔軟組織屬生機的組織。厚角組織，厚膜組織及纖維組織等屬機械的組

織。上皮組織或木栓組織屬保護的組織，導管及篩管屬輸導的組織，乳管屬排泄的組織。

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

植物之趨地性 (PLANT GEOTROPISM)

主要目的 研究植物趨地性之現象，特別注意探研地心攝力 (gravity) (重力) 對於根與莖生長方向之影響。

器具 (1) 大試管；(2) 軟木片。

用品 (1) 藍色或綠色吸墨紙；(2) 吸水性棉花；(3) 銅絲；(4) 帽針；(5) 清水。

材料 (1) 紅蘿蔔種子；(2) 亞麻種子及其他小粒種子；(3) 發芽豌豆；(4) 莖部明顯之盤植物。

I 用銅絲作兩圈套，套於試管之上下方；試管旁之銅絲并作數小圈以便懸於任何處所。次將吸水性棉花置於每管內之底，復將吸墨紙圈插入裝置種子於吸墨紙與玻璃管壁之間，其位置約在吸墨紙圈上邊之下約四五分。滿充以清水，數分鐘後，將水傾出。將諸管懸於壁鉤或壁釘上，直至幼嫩物生出根與莖為止。於是將諸管中之一部分倒置，一部分作水平之位置，餘一部分仍在原位。

II 將每試管中根與莖之位置作一圖，繼續變更諸管之位置，注意根莖生長之方向，直至對此問題有確切之明瞭為止。

III 次取發芽豌豆，用帽針貫穿其子葉，釘於軟木片上。令其根向上作水平之位置，再以之置於溼處。經日察之，則將見根之尖端發生何種現象，此種現象是否可作根具向地性(或稱正趨地性)之證明。復將莖部明顯之盆

生 物 學 實 驗

物橫臥之，歷數天，細察莖之上端作，是爲莖具背地性(或稱負趨地性)之證明。又觀察植物之枝對於地心攝力之方向，恒作諸種的角度，或爲鈍角，或爲銳角，或爲直角，此現象是否可作枝具橫地性之證明。

結論 諸生試言植物受地心攝力之影響，并言其所發生之行爲。

問題

1. 試說明根與莖改變的位置由於地心攝力之刺激而不由於光線與水溼？
2. 植物對於地心攝力有一定之適應性於其本身有何利益？

(註一) 植物之趨地性一稱植物對於地心攝力的適應性，或稱植物對於重力的反應性。

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

植物之趨光性 (PLANT PHOTOTROPISM)

主要目的 研究植物趨光性之現象，特別注意探究光線對於莖部生長方向之影響。

器具 栽種植物用之盆。

用品 泥土或鋸末。

材料 (1)豌豆種子；(2)盆栽植物。

I 以豌豆之種子，蒔之盛有泥土或鋸末的盆中，取其已發芽者，移置窗側，使來自一側之日光照射之。經過良久，試察莖部尖端有無趨向日光之勢，莖之上部特向明處發生若何之現象？

II 以盆栽植物數件如上法置於窗側，使來自一側之光線照射之。二十四小時後，注意其莖與葉之位置，復旋轉其盆而圍繞於 180° 內。在其他二十

四小時後，再注意其莖與葉之位置，復旋轉其盆數次，而圍繞於 90° 內。如是繼續工作，直至一側光線之照射對於植物之確有影響而毫無疑義為止。每次改變盆栽植物後，所發生之現象如何，試以圖式說明光線對於莖部之影響。

結論 諸生試言植物受光線之影響，並言其所發生之行爲。

問題

1. 實驗所得之結果，由於光線而起者多於空氣及其他素因，諸生能言其理歟？

2. 在何種情形可使植物之反應對於其本身有益？在何種情形，對於其本身無益？

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

昆蟲之趨性 (INSECT TROPISM) (註一)

主要目的 檢察昆蟲活動性的趨性。

器具 (1)暗匣(可用厚紙造成以不透光而能通空氣者爲合)；(2)放大鏡；(3)鑷子；(4)誘蟲器。

材料 (1)生活蠶蟲；(2)甲蟲之沼梭；(3)各種在實驗室外所須觀察的材料(欲作昆蟲趨性之實者，不特實驗室中所用之材料不能同時同處羅致，即實驗室外所須觀察之各項材料，亦多不能同時同處羅得也。)

一 趨地性(Geotropism)

觀察新出之蛾，懸掛時，以腹部向下，保持此位置，直至其翅之發成，試思其故。觀察長腳蠅，將見其在停止或行動時，其頭向上，常以體之長軸

生 物 學 實 驗

與樹木之長軸并行，即有時止於地之處，亦必再行緣樹幹而向上爬登。飄蟲亦有負趨地性。試以衆多之飄蟲，投入暗匣內，用蓋閉匣口，置於平面之桌上，靜待若干時，啟其蓋而視之，將見飄蟲多聚集於匣頂最高之處，是爲飄蟲且負趨地性之證。

二 趨水性(Hydrotropism)

陸生昆蟲爲負的趨水性，爲吾人習知之事。惟具負的趨水性之昆蟲，不可不從事觀察也。試從水中取出甲蟲之沼梭，置於距水約二丈處之陸地，將見其爬至沼中，顯示其爲正的趨水性。找尋陸上樹幹內青絲蜻蛉所產之卵，觀察其孵出之幼蟲，向水中移動，亦不難知其爲正的趨水性也。

三 趨光性(Phototropism)

視察蜚蠊，臭蟲(又名木蠹或床蠹)之背光性；及蜂，蝶，家蠅趨光之性。試在蛾類繁多時，夜間燃誘蟲燈，翌晨，檢視爲燈光所誘殺之昆蟲，試作一表，列舉被誘殺昆蟲之名稱，及其數目。其中常有蛾類而無蝶類。蝶本爲正趨光性之動物，何以反不向燈光飛撲，試言其故。

四 趨溫性(Thermotropism)

蟻因溫度之高低，有遷移其卵及幼蟲者，試於室外觀察此種事實。天氣稍涼之際，於火爐附近，常見有衆多的家蠅聚集於此，諸生試思其故。

(註一) Tropism 一名，初本屬植物學者所用於靜置物體之趨性；而動物之活動性的趨性，另用 taxis 一字。

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

動物之運動(筋肉之活動)(MOVEMENT OF ANIMALS) (MUSCULAR ACTIVITY)

主要目的 探究動物運動之情形，及筋肉之狀態。

器具 (1)顯微鏡；(2)擴大鏡；(3)吸管；(4)水族器；(5)載物玻片；(6)蓋物玻片；(7)解剖器；(8)解剖盤；(9)鍍蓋玻璃；(10)玻片；(11)小玻皿；(12)光線射器 (13)砂盤。

用品 (1)洋紅；(2)魏凌加氏液(Ringer's Solution)；(3)木塞細末。

材料 (1)生活之變形虫，草履虫，美眼虫，水蠅，蚌(或蛤)，輪虫，水蚤，蝸牛，蝦，蚯蚓，金魚，蛙，鵝；(2)生活或死的甲虫，家蠅，蜻蜓，蝶，蜂，青魚，鱒；(3)具翅運動之主要筋肉的昆蟲胸部橫斷切片保存標本片；(4)蛙及鵝之骨骼標本；(5)鳥之乾翼。

I 察視原生動物之各種運動之方式，如假足運動，纖毛運動，鞭毛運動等(詳後)。

II 觀察生活於小水族器內水蠅之運動(水蠅飼養法詳後)

III 由下列方法觀察較高等動物之纖毛運動：(1) 除去生活蚌或蛤殼之一面，露其鰓，以洋紅滴於其上，可見漸漸散為紅絲。(2) 取鰓之一小部，納於鍍蓋玻璃，和以殼液小許，置顯微鏡下窺之，注意其纖毛之活動。(3) 以 pitting 殺蛙，立剖其下顎，咽喉及食道，亦可見其纖毛活動。今以食道撕開一邊，攤平之，以內部向上，抹以魏凌加氏液，而以木塞細屑撒於其上，即可見木塞細屑漸由口部以入於胃。注意溫度對於此種活動速度之影響。

IV 注視輪虫之纖毛活動，輪虫為後生動物 (Metazoa) 中纖毛運動之最佳例證。

V 使一蝸牛爬行於一濕玻片上，注視其足之運動。由玻片反面注視其足之底面，繪其從後面至前面波浪狀之推進的狀態。

生 物 學 實 驗

VI 以盛水小玻璃皿貯水蚤，檢查之，並注視其運動之方法。試以光線照射容器之一側，觀其對於光線所受之影響。

VII 察視蝦之腹部及四肢附着肌肉的狀態，以銳利剪刀去爪一邊之殼，可見其司爪開闔之肌肉，其數凡二。更注意附着於內骨格之肌肉。閉筋之較強者，其附着面亦較廣。

VIII 飼蝦於盛水之水族器內，察視運用各種不同之器官及其各種運動之情況，試就所見者述之。將水族器之水傾出，置生活之蝦於水族器之沙底，詳視其如何運動。更以蝦置堅硬之地板上，視其運動之狀況及用何種器官運動，應就觀察所得者，作一簡單之紀錄。

IX 用擴大鏡審視甲虫，家蠅，蜻蜓，蝶及蜂之翅，察其翅之數目，與附着之處。鏡檢昆虫胸部之橫斷切片保存標本，描寫其司翅運動之主要肌肉。

X 以一大形蚯蚓，置清潔砂盤中，觀察其運動。取殺死生活的蚯蚓，以之輕擦於掌上，可感覺其剛毛之有無。

XI 取活魚及死魚之標本，細察其游泳器官并繪其形。欲詳察活魚各鰭之活動，則金魚最為適用。欲剖視鰭之構造，則以有魚或鱒魚為佳。鯊魚與上二者微異，然亦可代用也。

XII 察視蛙在水中及陸上之活動狀態。在陸上時，注視其後足之位置。審察其骨格並決定其接觸於地上之部分。

XIII 將鴿之骨格標本，審察既畢，則可殺一活鴿。剖尋其與翼為關係之肌肉，並覓臛之所在，以及其附着之點。解剖之初，可將鴿覆置，胸向上仰，剖視其胸旁之 *pectoralis major* 及 *pectoralis minor*。

XIV 注視羽之排列。取一鳥之乾翼，在空中上下波動之，比較上下運動

時空氣之阻力孰大，則可知下動時之阻力較上昇時為高，試思其理由。更注視翼之凸處，其最硬之部分，當為前緣，與昆虫同。

XV 解剖棲息時之鳥脚，以示棲息時腿之狀態，並繪其形。

XVI 筋肉之試驗，以普通生物實驗室之設備，不易舉行。其實驗方法可參考動物生理學教科書。若欲作此實驗，則電池感應圈等測定筋肉伸縮之器具，必須置備焉(觀 Schafer 氏所著實驗生理學 Experimental physiology 則知其詳)。

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

神經系統 (THE NERVOUS SYSTEM)

主要目的 探察動物神經系統各部之狀態。

器具 (1)解剖器；(2)解剖盤；(3)諸種動物神經系統的圖；(4)擴大鏡；(5)顯微鏡；(6)載物玻片；(7)蓋物玻片。

用品 (1)7%鹽溶液；(2)蟻醛液；(3)毛髮。

材料 (1)鯉魚；(2)蛙；(3)蝦；(4)蝗虫；(5)蝸牛；(6)蚌；(7)蚯蚓；(8)兔腦；(9)羊腦；(10)新鮮牛脊骨。

I 學者應解剖鯉魚及蛙之腦及其他部分之神經系統。神經之位置及其各部之名稱，學者須一一了解其結構之主要關鍵，更須注意參差之形式，作詳細之比較。

II 作數種無脊椎動物之解剖。蝦、蝗虫、蝸牛、蚯蚓、及蚌等之神經系統，應加以探察而比較之。

III 試驗兔腦與羊腦，注意其灰色物及白色物之分布。至於掛畫所指示

生 物 學 實 驗

之部分，須細觀之。

IV 從蛙取其脊骨神經之一條，在鹽溶液中刷之，而注視其構造。此神經乃屬於髓的，一般脊椎動物之脊髓神經(spinal nerves)皆與此相類。無脊椎動物之神經乃屬於無髓的。

V 從牛採取新鮮脊骨及其神經之一部，則見灰色物質之位置在內，白色物質在外。放灰色物質小塊於2c.c. 蟻螫液與75%鹽溶液100c.c.之混合液中。置組織一小塊於載物玻片上之鹽溶液中，在蓋物玻片下，而以毛髮一二條輕輕支持之，則神經結細胞易於分離。若染細胞，則其組織宜先在水內沖洗。俟細胞分離(參看第74頁)後，置於蓋物玻片下，然後以苦味酸洋紅染液染之。

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

感覺器官(THE SENSE ORGANS)

主要目的 研究動物感覺器官之狀態及每種感覺器官之作用。

器具 (1)解剖器；(2)解剖盤；(3)顯微鏡；(4)載物玻片；(5)蓋物玻片；(6)尖金屬物(鉗、鉗圓)；(7)溫度針；(8)玻杯；(9)酒精燈；(10)針；(11)柔軟新毛筆；(12)時錶；(13)紅色燈；(14)手擴大鏡；(15)解剖顯微鏡；(16)小攝影機；(17)磨玻片；(18)雙凹鏡及雙凹鏡；(19)測眼器(ophthalmoscope)；(20)鏡(通常用之鏡子)。

用品 (1)2%之氫氧化鉀溶液；(2)酒精；(3)坎拿大樹脂；(4)各種溫度不同的水；(5)碘液(碘酒)；(6)生甘藷及生蘋果；(7)硫酸規那鹽溶液；(8)10%食鹽溶液；(9)5%糖溶液；(10)1%醋酸溶液；(11)結晶冰糖；(12)布；(13)棉花；(14)蠟燭；(15)香。

材料 (1)工蜂及雄蜂；(2)白粉蝶；(3)蛙；(4)蚱蜢；(5)蚯蚓；(6)蚌；(7)牡牛之目。

感 覺 器 官

I 昆虫之觸角，爲研究觸覺及嗅覺之良好資料。例如雌雄蝶類及工蜂，雄蜂等之觸角，俱可爲試品。試法先以工蜂及白粉蝶之觸角處以2%之氫氟化鉀溶液，次以水洗之。然後浸於酒精內以除去水分。更以坎拿大樹脂封之，製爲保存標本。以顯微鏡察視之。在工蜂觸角上部，有無數叢毛，尖端有刺爲觸覺器官；基部有凹處，即嗅覺器官也。白粉蝶之觸角其尖端有球乃觸覺器官。

II 欲試驗吾人皮膚冷熱觸覺之佈置，可用一頭稍圓之尖金屬物以試出之。卽以此尖金屬物熱至 50°C ，刺於皮膚以察熱點之所在。更將尖金屬冷卻，以之於皮膚以察冷點之所在。

III 以三杯各盛溫度不同之水，其一爲 20°C —爲 30°C —爲 40°C ，學者將一手指浸入 20°C 水中，他一手指浸入 40°C 水中。迄兩指均不覺有若何溫度感覺爲止。隨卽將此兩指改浸入 30°C 之水中，手指卽覺有溫度感覺。而兩指究有何不同之點，學者能言之歟？又以針輕刺口內粘膜及皮膚，比較其對於針刺之痛覺之銳鈍。

IV 學者試閉塞一鼻孔，由其他鼻孔嗅碘酒液的香氣，自鼻孔吸入，從口呼出。如斯繼續下去，對於碘液之香氣，是否皆能嗅到？假若不能嗅到，則須經若干時？休息一分鐘，依上法重複試驗。經一分鐘之休息，能否使嗅覺復原？依上法再行試驗，直至一分鐘不足以復原爲止。比較前後各次至疲勞所需之時間，并列表記錄之。

V 欲試驗動物之平衡感覺，可毀傷蛙一邊之半規管，注視其頭與肢之位置及狀態。

VI 欲試驗嗅覺與味覺之關係，可命被試驗之學生暫閉其眼與鼻孔，隨卽在其舌上，置生甘藷及蘋果各數片，彼能單由味覺分別此兩物否？

生 物 學 實 驗

VII 以一柔軟新毛筆分別黏取下列諸溶液：(1)硫酸錒那鹽溶液；(2)10%食鹽溶液；(3)50%糖溶液；(4)1%醋酸溶液，於舌之各部，惟毛筆於每次試驗後均應洗淨。學者試言各種味在舌之某部嘗之最為清楚。

以結晶的冰糖一小塊，置舌根上則不覺其甜，學者試言其理。又用布將舌頭擦乾，置一小糖塊放其上，覺其甜否？再用水潤濕之，則覺如何？試言唾液與此有關之一種功用。

VIII 取一蚱蜢，去其翅，置於酒精中，注視其胸側末對腿節處之三角膜狀器官，即聽官也。若去其圍於胸廓之片，以樹脂適當處置之，或可見膜內之聽神經焉。聽器之旁有一小孔，雄者可見其發音之構造。

IX 令被試驗之學生，緊閉口鼻用力呼吸，則覺耳中發響。試言其故。

令被試驗之學生，坐於椅上閉其雙目。以棉花閉塞其右耳之孔，在正對其左耳之方向，移動一時鐘，測定左耳最遠能聽多少路。次將其閉塞右耳之棉花除去，以棉花閉塞其左耳。依上法試驗，以測定右耳最遠能聽多少路。此種試驗法，聲音之強弱已固定。僅變其距離之路途，以測其刺激阈。

XI 以活蚯蚓置於暗室，映以紅色之燈，將見其前部接受感應，易於中部或尾部，試言其故。

XII 用手擴大鏡視察蜂之複眼外形，處以氫氧化鉀液，可除去角膜，乃用樹脂處理之，置於顯微鏡下察視之。注意保護用之硬毛。眼部亦可剖而觀之，注視其 ommatidia。

XIII 察視蚌之有色外膜，射以光線，察其反射之色。

XIV 剖一牡牛之目，注視附於鞏膜 (sclerotic) 之眼筋肉，其數有六，其作用所以固定眼睛，並使其運用靈活。另以一目，割為兩半，自角膜中部，切至後部之視神經為止。若另有一新鮮眼睛者，可於其後鑿成一穴，更以透

感覺器官 動物之骨骼

光紙糊之。眼之前植一燃火之燭，則燭光之像，可見倒映於紙甚明。

Ⅶ 取小攝影器一去其後部，易以磨玻片，則可見物體之倒影。茲旋動鏡頭，則鏡頭愈近玻片時，所見之景亦愈遠。設置此器於雜物十二英尺處，更以雙凸鏡置於鏡頭之上，則近攝影機之物，可以明觀，試另易一雙凹鏡試驗其影響。

Ⅷ 學校如備有測眼器，則可用此器以觀人目，此器具一中有小孔之圓鏡，其作用如下；以光線射入眼中時，網膜 (retina) 頓明，而有一部分之光線，反射而出，此時即可由測眼器以觀察眼部內狀。網膜上之微血管，亦可由上法察出。但觀察時不妨閉左眼以阻複光。數次練習，即可觀測如意矣。

Ⅸ 學校如乏測眼器，則可命諸生各以鏡照自己之眼球，而檢探其虹彩 (iris)，瞳孔 (pupil) 及淚腺點 (lachrymal points) 等之部位。

Ⅹ 試以手執香火而旋舞之，則火影成環。又注視強光，閉目後，尙留光感。試分別說明其理。

Ⅺ 用手閉一目，左目或右目均可，片刻後，急放手而取鏡自照之，則其瞳孔較未閉之前爲大。

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

動物之骨骼 (THE ANIMAL SKELETON)

主要目的 探究動物骨骼之形態及性質。

器具 (1)酒精燈；(2)玻杯；(3)顯微鏡；(4)載物玻片；(5)蓋物玻片；(6)解剖器；(7)蒸發皿。

用品 (1)稀淡鹽酸；(2)過錳酸鉀 (potassium permanganate) 稀淡溶液；(3)蒸溜水；(4)10%

生 物 學 實 驗

氫氧化鉀溶液；(5)酒精或醇精；(6)濃硫酸或濃鹽酸；(7)10%鹽酸溶液；(8)5%氫氟化鈉溶液。

材料 (1)蝦，龍蝦或蟹之外骨骼；(2)青魚及鯊魚之鱗；(3)家鴿之飛羽；(4)哺乳類切片保存標本；(5)蛙，兔，犬，貓之牙齒標本；(6)白齒縱斷面標本；(7)鯊魚，鯉魚，蛙，龜，鴿，兔，蝙蝠及人之骨骼標本；(8)蛇之頭骨標本；(9)兔之膝關節(Knee joint)及脛關節(thigh joint)；(10)雞之脛骨。

I 檢察蝦，龍蝦，或蟹之外骨骼，注意其節之連續處，審察附屬器之各關節。

II 幾丁質(Chitin)為節肢動物骨骼之主要物質。欲得此質，可將蝦之外骨骼反覆置於稀淡之鹽酸中，約數日，更用過錳酸鉀稀淡溶液除去其色素。以蒸溜水沖洗。在10%氫氟化鉀溶液煮沸，再用水洗淨，即可得此質焉。幾丁質為含淡物質，不溶於水，酒精，醇精及濃鹼類，而溶於濃硫酸及濃鹽酸中。

III 試以龍蝦或蝦投沸水中，即見其外骨骼變為紅色，是因其中有一種色素存在之故。

IV 詳察外骨骼之各種形式，以顯微鏡檢查青魚之鱗，而注意其生長線。詳察鯊魚之櫛鱗(placoid scales)。探究家鴿羽毛之分布及其形式。用顯微鏡之低倍者研究鳥獸之飛羽。審察哺乳類皮膚切片保存標本之毛。就以上所者，分別繪圖。細心比較魚，蛙，兔，犬，貓，及羊之齒，注意此等動物下顎運動之情形。以白齒之縱斷面的標本片，置顯微鏡下窺之，就所見者繪一圖。

V 考察沙魚，鯉魚，蛙，龜，鴿(或其他普通家禽)，兔，蝙蝠，及人之內骨骼(skeletons)的標本，試就所見者分別繪其路形。其各部分名稱，及其他記載，可參考各標本附帶之說明書，或骨骼掛圖，或動物學教科書中關於

骨骼的詳細圖說。

VI 查驗蛇之頭骨，并注意其特別之形態，如闊大之裂口等，試就實物寫生。

VII 欲檢察脊椎動物內骨骼關節的方式，可解剖兔之膝關節及脛關節，鋸開其關節，而視其包衣。(capsule)

VIII 欲知骨之礦物質與有機物質之配布狀況。可取雞之脛骨兩件，其一置於10%鹽酸溶液中，約二十四小時，則可除去骨之礦物質。其他一骨納於鹼性溶液——5%氫氟化鈉溶液中，約十五分鐘至二十分鐘，則可除去骨之有機物。將骨從盛器中取出，以清水洗淨之。詳察此兩骨之狀況，舉凡外形，重量，撓曲性，堅硬性，及其他不同之點，均須一一比較，并須作一簡單之記錄。

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

食物中之澱粉 (STARCHES IN FOODS)

主要目的 檢察食物中澱粉之存在與否

器具 (1)試管；(2)酒精燈。

用品 碘液(碘之碘化鉍溶液或碘酒)。

材料 (1)澱粉；(可從藥房購得之)(2)麵包；(3)動物澱粉(簡稱動物粉，亦可稱為動物臟粉，(4)十種不同之食物(可從商店購得之)。

I 傾置澱粉與水少許(其配合量為澱粉1g，水500c.c.，用時，可照此配合量類推。)於試管中，持之使近火焰旁，直至其沸騰為止。冷卻後，再加碘液一滴於其中，即成深藍紫色。此種顏色為表示碘液遇澱粉時所起之現象

，亦為用碘液試驗澱粉存在時之表徵。故碘液可用為試驗澱粉之指示劑。若以此種碘液滴於麵包，將見其與試驗純澱粉者成同一之反應。蓋此為試驗澱粉最靈之法也。

II 動物澱粉不呈以上的反應。此物可溶於冷水，加上項碘液一二滴時，即呈特有之紅褐色，熱時，則色消失。

III 以十種不同之食物，各取其少許，分別投於水中，直至煮沸為止。悉如上法以碘液驗之，檢查其澱粉存在與否。就試驗結果所得，作一簡表，於每種食物名稱之後，指出其含澱粉否。

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

食物中之葡萄糖與甘蔗糖(GLUCOSE AND CANE SUGAR IN FOODS)

主要目的 檢驗食物中葡萄糖與甘蔗糖之存在與否。

器具 (1)試管；(2)酒精燈。

用品 (1)費凌氏溶液(Fehling solution)(註一)；(2)氫氧化鈉溶液；(3)硫酸銅溶液；(4)硝酸銀之鹼性溶液(ammoniacal solution of silver nitrate)(註二)；(5)水；(6)新鮮酵母(fresh yeast)；(7)稀鹽酸；(8)炭酸鈉。

材料 (1)葡萄糖；(2)羅致普通不同之十種食物；(3)甘蔗糖。

一 葡萄糖(Glucose)

I 費凌氏試法(Fehling's Test) 檢驗各種食物中某種糖分存在與否，通常多用費凌氏試法。法將少許葡萄糖溶液傾入試管中，煮沸後，加入費凌氏A及B混合溶液數滴。再熱之，則可生氯化銅的黃色沈澱。

食物中之葡萄糖與甘蔗糖

欲試驗普通食物含有葡萄糖與否，可從十種不同之食物中，各採取小許，分別置於試管中，并加少許之水。煮沸之，傾入費凌氏數滴，復煮沸之，約數分鐘後，則結果可得。試驗畢，可依下表方式，填寫簡單之記錄。

食 品 的 名 稱	對 於 費 凌 氏 溶 液 之 反 應	葡 萄 糖 之 存 在 與 否

II 屈路茂氏試法 (Trommer's Test) 於葡萄糖液中先加入少許氫氧化鈉溶液使成鹼性。次乃滴加硫酸銅溶液，每加一滴時，振盪一次，於是該液變為深藍色。若硫酸銅滴加過量，則可生水化銅之沈澱。又深藍色溶液如加熱至沸，即可生黃紅色之氫化銅沈澱。

III 銀鏡試法 (Silver Mirror Test) 以葡萄糖溶液加入硝酸銀之鹵精性溶液中，徐徐加熱，則試驗管壁之內側，可成一銀鏡。

IV 葡萄糖溶液之發酵作用 (Fermentation of Glucose Solution) 加新鮮酵母少許於盛有葡萄糖溶液之試管中，置試管於溫處。觀察糖液漸漸起泡，

生 物 學 實 驗

糖分變為碳酸氣及酒精。

二 甘蔗糖(Cane Sugar)

上述三法。試改用甘蔗糖溶液行之，其結果與葡萄糖大異。今若以少許蔗糖溶液(約100c.c.)加入稀鹽酸。煮沸五分鐘，冷卻後，加碳酸鈉中和，使成微鹼性。再以費凌氏溶液試之，結果與葡萄糖同，是因與鹽酸共沸時，甘蔗糖變為轉化糖(invert sugar)，後者為葡萄糖與果糖(fructose)之混合物，自不呈蔗糖特性故也。如斯一種複糖類變為兩種單糖類之轉化，在動物界中，不乏相似之例。如蜂之釀蜜，即富於甘蔗糖之花蜜，在蜂之蜜胃中作用之結果。其所成之蜜中約有百分之七十二為轉化糖。

(註一) 欲製備費凌氏液以供實驗之用。可先將純硫酸銅 25g. 蒸溜水100c.c. 製為甲溶液。酒石酸鉀鈉10g. 氫氯化鈉4g. 蒸溜水100c.c. 製為乙溶液，然後分貯於玻璃瓶內。用時，從甲溶液取1—3 c.c.，從乙液取25c.c. 混和之，即成費凌氏溶液。

(註二) 以稀淡亞母尼亞(ammonia)加於硝酸銀溶液中即成硝酸銀之礮精性溶液。

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

食物中之蛋白質 (PROTEINS IN FOODS)

主要目的 檢查食物中蛋質之存在與否。

器具 (1)試管；(2)酒精燈；(3)漏斗及漏斗架；(4)玻棒；(5)玻璃杯。

用物 (1)食鹽；(2)濾紙；(3)氫氯化鈉；(4) 硫酸銅溶液；(5)醋酸鉛溶液 (lead acetate solution)；(6)硝酸；(7)銻水；(8)米龍氏試藥(Millon's reagent) (註一)；(9)水。

材料 (1)蛋白粉(可從藥房購得之)；(2)鷄卵之白；(3)羅致十種不同之物品(植物組織一小塊，種子，粒實，花生米，馬鈴薯，棉花，羊毛，獸皮，鳥羽，魚肉等，各羅致其一小部分。)

食物中之蛋白質

I 蛋白質存於生活物質中，動植物組織內有含量較多者。此質為吾人及其他動物食料中最重要之物質，於動物體構成上有重大之關係。固體之大部分固為蛋白質所成，即液體之血與淋巴中亦有其踪跡。組成此複雜物質有碳，氮，氫，氧，硫，磷等元素。彼雖不一其類，但對於某數試劑之作用則同。分子至為複雜。在自然景況，常呈膠質狀。去脂之肉與雞蛋之白，幾全為蛋白質所成。原生質之生成，蛋白質為必要之成分。

II 蛋白質被焚則發生特別之氣味，此氣味彷彿與被燒之羽毛相似。欲知蛋白質物理上之特性，可於雞蛋之白遇熱變為硬固時以觀察之。欲作蛋白質之化學試驗，則須先製備一種蛋白質溶液，以供試驗之用。法以少許之鷄蛋白，加二十倍容積之水，再加少許之食鹽（約0.75%）濾過，即可供下述之試驗。

(i) 別來氏試法 (Biuret Test) 於蛋白溶液中，加氫氰化鈉溶液，次加1%之硫酸銅溶液，逐滴加入，每加一滴後，隨即攪拌，或輕輕振盪之，則呈紫色。

(ii) 硫黃反應 (Sulphur Reaction) 加一滴醋酸鉛溶液，次加適量之氫氰化鈉，以融解其所成之沈澱，結果即現褐色。煮沸，即成黑色沈澱，並放硫化氫 (H_2S) 之臭氣。此為蛋白質中有硫質存在之證。

(iii) 克山孚普羅泰氏反應 (Xanthoproteic Reaction) 於少量之蛋白質溶液中，加入等量之稀硝酸，熱之，即生黃色。冷卻後，徐加銻水，可變橘紅色。

(iv) 米龍氏反應 (Millon's Reaction) 試液中加米龍氏試藥，即生白色沈澱。熱之，變為紅色。

III 用克山孚普羅泰氏反應法，頗為便利，學者可將已備的十種物品，

生 物 學 實 驗

分別用該法試驗，以檢查其蛋白質之存在與否。並將所得結果，作一報告，或製一表，以說明之。

(註一) 以1cc.錄(mercury)溶於20.c.c.之濃硝酸中，以二倍之水稀釋之，即成爲米龍氏試藥。

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

食物中之脂肪 (FAT IN FOODS)

主要目的 探尋食物中脂肪之存在與否。

器具 (1)乳鉢；(2)錶蓋玻璃或試管；(3)玻棒。

用品 (1)清潔之白紙；(2)酒精；(3)汽油；(4)迷蒙精。

材料 (1)花生油；(2)豬脂；(3)胡桃；(4)從市上購取十種以上的食物。

I 欲作脂肪與油類化學上之試驗，頗乏利便之方法，惟簡單之物理學上試驗，則頗稱便。注花生油一滴於清潔之紙上，或用豬脂一小塊觸於紙面亦可。距此不遠之處，同時注清水一滴。持此紙照於光處，油液爲紙所吸收之處，呈半透明狀，而注水一滴之處其紙之表面，則恢復原形；蓋因水分發散，而脂肪則不能蒸發故也。吾人利用此種事實，可探尋食物中脂肪之存在。

II 在乾果(如胡桃之類)，肉類等，其脂肪常藏於內，而不現於表面。若欲發見之，則可壓窄此類物品，或用一種液體如酒精，汽油，迷蒙精等亦可使脂肪溶解。試取胡桃仁搗碎之，置於錶蓋玻璃，加酒精或汽油，或其他溶脂劑數滴，用玻棒攪，將溶液滴於清潔之紙上，則溶脂劑蒸發。若溶液內含有脂肪，則紙上所餘者仍爲半透明點(註一)。復將十種以上食物，用上述

之試驗手續，俟水分完全乾後，所滴之點的近傍，各記以物質之名稱，以備遺忘。製成一表，以明示試驗之材料，及所用之方法。每種材料含脂肪與否，均須一一記於表中。

(註一) 潤滑機器之滑機膏(greases)或滑機油，其在紙上亦成半透明狀。且與真正脂肪同能溶解於溶脂劑，復能燒燃。惟從化學上觀點言之，則與真正之脂肪及油類不同，且不能供食物之用。

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

人體之消化系統 (THE DIGESTIVE SYSTEM OF HUMAN BODY)

主要目的 探究人體消化系統之主要部分，及每部之主要作用。

器具及圖書 (1)人體模型；(2)人體構造掛圖；(3)敘述脊椎動物，尤其是人及其他哺乳類消化器之構造及作用的教科書或參考書。

I 學校附近大博物院或大醫院，如有能窺見內臟之屍標本，則教師應率領學生至該處陳列所，詳觀該項標本。

II 詳察諸器官之形狀及配布，作一圖式。說明主要部分及其相互間關係之位置。

III 將下舉諸器官分別說明每種器官之作用；(1)口；(2)食道 (esophagus or gullet)；(3)肝(liver)；(4)膽囊(gall bladder)；(5)胃(stomach)；(6)胰臟(或名膵臟)(pancreas)；(7)小腸(small intestine)；(8)大腸(large intestine)；(9)直腸(rectum)；(10)肛門(anus)。

問題

生 物 學 實 驗

1. 消化作用何故必須？
2. 消化是否必需所有的食料？
3. 能消化下列各種物質之器官為何？

炭 水 化 合 物	脂 肪	蛋 白 質

實驗次數..... 時期..... 地點..... 姓名.....

澱粉之消化 (DIGESTION OF STARCH)

主要目的 表證澱粉為唾液 (saliva) 及澱粉酵素 (diastase) 所消化，而變為葡萄糖；並探究唾液及澱粉酵素對於澱粉及熟澱粉之作用。

器具 (1) 試管；(2) 小匙；(3) 吸管；(4) 玻管；(5) 酒精燈。

用品 (1) 費凌氏液；(2) 碘液。

材料 (1) 澱粉；(2) 澱粉酵素(均可從藥房購得之)。

I 欲試驗澱粉為唾液及澱粉酵素所消化，可先集唾液於試管中。次取一部分之澱粉用水煮沸之，令其冷卻。又取一部分之生澱粉，置於冷水中。將盛唾液之試管處理之：其中有注入清水者；其中有傾入生澱粉者；其中有加入煮熟之澱粉者。

II 另取試管，分別傾入澱粉酵素其中和以水；其中有和以生澱粉者；

其中有和以煮熟之澱粉者。

Ⅲ 將所有裝置畢之試管，同置於溫熱之處約數小時，每管須分別用費凌氏液及碘液試驗之。惟費凌氏液有須在試驗的材料未起作用時用之者。試就觀察所得者，填寫下列兩表。

第一表 唾液之作用

所用之試驗 \ 唾液所和之材料	水	生澱粉	煮熟之澱粉
費凌氏液試驗(在未起作用前)			
費凌氏液試驗(在起作用後)			
碘液試驗			

第二表 澱粉酵素之作用

所用之試驗 \ 澱粉酵素所和之材料	水	生澱粉	煮熟之澱粉
費凌氏液試驗(在試驗前)			
費凌氏液試驗(在試驗後)			
碘液試驗			

結論 試言澱粉為唾液及澱粉酵素消化變為葡萄之證據；並就實驗的結果，說明唾液及澱粉酵素對於生澱粉及熟澱粉之作用。

生 物 學 實 驗

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

蛋白之消化(DIGESTION OF PROTEINS)

主要目的 探尋蛋白質在人體中如何消化。

器具 (1)試管；(2)擴大鏡。

用品 (1)百布頓(爲胃腺中之酵素)或胃液素之甘油液；(2)鹽酸；(3)鹼性胰臟浸出液(取1%胰臟浸出液，或購羊的新鮮胰臟淨碎之，浸於甘油中數小時，再行濾過，取濾液加入碳酸鈉溶液(其配合量爲 10c.c.之1%之臟浸出液，與 2c.c.之0.4%碳酸鈉液，餘可類推。)；使成稀鹼性液。更加迷蒙精一兩滴，以防腐臭)

材料 煮沸凝固之鷄蛋白，并須切成小塊。

I 集唾液於一試管中。裝置四試管如下：(1)蛋白加水；(2)蛋白質和唾液；(3)蛋白和胃液素及加稀薄鹽酸(胃液爲正常的酸)一滴；(4)蛋白加鹼性胰臟浸出液。將此四管同置暖處，在可能範圍內，使與人體溫度相近。於數小時後或翌日，以擴大鏡細心檢驗蛋白，注意其中之蛋白有被溶解者，試就所見作一報告。

II 取一試管納入蛋白及加鹼性胰臟浸出液，如上試驗置於溫處。另就其他之三試管重複行此試驗：惟 (1)不加炭鈉；(2)加弱鹽弱使呈酸性；(3)不加胰臟液出液。試驗結果觀察蛋白消融之情況，以何管中爲最佳。蛋白在酸性液中能溶化否，試就所見者以對。

結論 說明能消化蛋白之體液。

問題

1. 身體中何種器官爲蛋白質消化之處？
2. 食物經咀嚼後何以能助蛋白質之消化？

脂 肪 之 消 化

實驗次數.....時期.....姓名.....地點.....

脂肪之消化 (DIGESTION OF FAT)

主要目的 探究脂肪被消化液消化之狀況。

器具 (1)大試管；(2)破杯；(3)酒精燈。

用品及材料 (1)酒精；(2)醇精；(3)橄欖油(olive oil)；(4)蒸溜水；(5)8%氫氧化液鈉；
(6)牛之膽汁；(7)豬油；(8)10%氫氧化鈉之酒精液。

I 脂肪及脂肪酸俱不溶於水，而溶於酒精及醇精中，惟在某種情況下，亦可使之乳化(emulsifying)為乳狀液(emulsion)。所謂乳狀液者，乃一種液體之球珠，分散於他一液中所成之液。如以油與水相混而振盪之，油珠即分散於水是也。脂肪在動物消化器中，受消化液之作用，而行乳化焉。

II 欲作乳化液之試驗有下述二法：(1)以橄欖油 2c.c. 與蒸溜水 10c.c. 充分混和，即生成乳狀液，惟短時間後，仍恢復原狀。(2)以橄欖油 2c.c. 與 10c.c. 蒸溜水混和，而加入一滴 8% 之氫氧化鈉液，則生之乳狀液，可不至復原。同理以牛之膽液，混以橄欖油及水，亦可生成永久之乳狀液。脊椎動物腸中之鹼性液，即來自膽囊或胰臟者也。成乳狀液者消化亦易，蓋因一定重量之脂肪，化為球粒時，與消化液接觸之面積大為加廣故也。

III 在脊椎動物之無脊椎動物之消化管中，脂肪常分解為脂肪酸及多價醇類。設消化管內呈鹼性液者必成皂液。皂液溶於膽汁中，即可為腸壁所吸收。在腸壁細胞內復變為脂肪，以供體用，故在脂肪消化中，膽汁為必要之物。

欲作皂液生成之試驗，可用 5g. 豬油與 10% 氫氧化鈉之酒精液 25c.c. 混和，煮沸十分鐘。豬油即變為皂，作用達於完全時，油點全行隱跡。

生 物 學 實 驗

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

氮與火(OXYGEN AND FIRE)

主要目的 探究氮之性質，及其與火之關係。

器具 (1)乾潔的廣頸玻璃瓶(或圓柱狀玻璃筒)；(2)廣口圓玻璃盤(其口須較廣頸玻璃瓶闊)；
(3)鑷子；(4)玻片。

用品 (1)oxone；(2)清水；(3)凡士林；(4)薄木片；(5)火柴；(6)蠟燭；(7)金屬絲；
(8)硫黃末。

材料 氮氣若干瓶。

I 欲明瞭氮之性質，尤其是對於火之關係，當依下述之手續以試驗之。惟在實驗之前，須先預備氮氣若干瓶，以供實驗之用。簡單之製氮法，可用廣頸的開口玻璃瓶，滿盛以水，覆置於盛水之廣口圓玻璃盤的水面下。另取 oxone 少許，置於覆置之瓶口下，則可得氮。如欲保存氮氣於諸瓶中，則瓶口須覆以玻片，並以凡士林塗其縫隙，以封固之。有時充滿於瓶內之氮，藉此賴以保存。

II 氮既備妥，則可着手試驗，先置一薄片於貯氮之瓶中，觀察其所起之現象，試就所見述之。次燃兩燭，分別置於桌上，一燭覆以空瓶，他燭覆以貯氮之瓶，此兩燭各起之現象，學者可加以說明。更取長約尺許之金屬絲二絞，二端加熱，他端插入硫黃末內，當硫黃開始燃燒時，以之投入貯氮之瓶，觀其所生之現象，就所見者述之。

問題

1. 氮所發生之現象與普通空氣所發生者有何不同之點？
2. 當氮氣接觸於吾人之感覺器官，吾人究有何感覺乎？
3. 空氣中有氮，物體能燃燒於其中，然則在空氣中燃燒之火，與在

氮 與 火 氮 化 之 結 果

純氮中之火，有何區別乎？

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

氮化之結果(REULTS OF OXIDATION)

主要目的 研究氮化結果所生之現象。

器具 (1)廣口玻盆；(2)圓柱狀玻璃筒；(3)金屬翻板(tumbler)。

用品及材料 (1)普通蠟燭及豬脂蠟燭或牛脂蠟燭(tallow candle)；(2)清水；(3)火柴；(4)石灰水(limewater)(註一)；(5)玻璃貯瓶之氮氣。

I 以玻盆盛水，豎立蠟燭於其中央。燭之上半部，須露出面。燃燭後，將圓柱狀玻璃筒倒置，覆於燭上。學者試述水及火焰與圓柱狀玻璃筒中之空氣所起之現象。

II 所用器物及其裝置，與上述大致相同。即以貯有新鮮空氣(註二)或氮氣之圓柱狀玻璃筒，覆置立於水盆中央正燃着之燭。當火焰熄滅，則加少量石灰水，且動盪之。試就正燃着之燭在圓柱狀玻璃筒內之前或後，詳述混雜石灰水與玻璃筒中之空氣所得之結果。

III 欲試驗脂肪中所含之氫被氮化，而水分生成之事實。可用金屬翻板覆置於豬脂蠟燭或牛脂蠟燭之火焰上，試觀翻板上有無水分。

(註一) 石灰水用以試驗二氧化碳(carbon dioxide)，因此種氣體遇石灰水，普通成白色沉澱。

(註二) 欲玻璃筒內貯有新鮮空氣，可將筒內滿盛以水，以驅逐其中所含之空氣，於是將水傾出，則筒內復貯其他新鮮空氣矣。

生 物 學 實 驗

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

動物之呼吸 (ANIMAL RESPIRATION)

主要目的 探究動物呼吸之現象

器具 (1)玻璃瓶；(2)擴大鏡；(3)顯微鏡；(4)錶蓋玻璃；(5)淺盤或白磁盤；(6)吸管；(7)水族器；(8)伊爾靈透耶氏瓶(Erlenmeyer flasks)；(9)各種玻管；(10)U字形管；(11)橡皮管；(12)鐘形玻璃筒；(13)彈性極強的橡皮；(14)布紐；(15)針；(16)橡皮袋；(17)軟木塞；(18)小鐵夾；(19)木條。

用品 (1)沸過之冷水；(2)油液；(3)洋紅；(4)鹽液；(5)大理石；(6)石灰水；(7)線；(8)羊或兔之肺而帶有氣管者。

材料 (1)孑孓(蚊之幼虫)；(2)蟬蛻幼虫；(3)蜻蜓幼虫；(4)蝦；(5)蛙之蝌蚪；(6)金魚。

I 觀察生活之孑孓，注意其升至水面換氣之狀態。茲若用玻璃瓶盛沸過之冷水，投孑孓數頭於其中，再注入少許油液於水面。靜置片刻，檢視孑孓，將見其死去，試述其致死之原因。

II 取蟬蛻幼虫置於玻璃瓶中，而觀察之，更用擴大鏡或顯微鏡窺之，注意其氣管狀鰓之活動。取出數頭置於冷過之沸水，則見鰓之活動漸漸減弱，厥後終因缺氧而死。

III 採取蜻蜓幼虫置於錶蓋玻璃，察視其氣管狀鰓。投以洋紅少許，置於其肛門附近，則可見紅汁在直腸內出入流動之狀態。

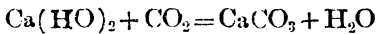
IV 投一生活之蝦於廣口淺盤或白磁盤內，加水至淹沒其體為止，然後用尖嘴的吸管，取洋紅汁少許射入胸部第二第三對步足，注意頭部紅色物流動之狀況，更就蝦之標本察視其鰓及附屬器。

V 春季採集蛙之蝌蚪，飼養之，觀其鰓部呼吸情形，置於顯微鏡下察之。

動 物 之 呼 吸

VI 飼金魚於水族器中，觀察其口部及鰓膜之呼吸運動。

VII 欲作二氯化炭在呼吸中之表證，可先以二氯化炭（加鹽酸於大理石上即生）通入清澄之石灰水中，即可見發生混濁，此混濁即碳酸鈣（calcium carbonate）也。



次取伊爾靈邁耶氏瓶兩個。其一命其名曰甲瓶，其一命其名曰乙瓶。每瓶放入少許等量之澄清石灰水。瓶口塞以穿有兩孔之栓。此兩孔之大小須適可通過兩管。另取略似Y字形之管，其上之兩端更銜接略似L形管。此L形管一截較長（準備插入甲瓶者須更長，其下端以能沒入瓶中石灰水為度，準備入乙瓶者，其下端約達於瓶頸之下部。）一截較短。即以其較短之一截的末端，銜接於Y字形管之上部兩端，以其較長之一截分別插入甲乙兩瓶之栓的一孔。復以一長管插入乙瓶之一孔，管之下端沒於石灰水中，并須與甲瓶內之L形管較長之一截的下端相齊。以一短管插入甲瓶之一端，其下端的須達瓶頸之下部。然後徐徐呼吸於Y形管之下端。使空氣由乙瓶入，而由甲瓶出。瓶中液體即變濁，尤以甲瓶為甚。可知呼出之二氯化炭多於空中所含之量。試以一U字形管吸空中之二氯化炭，則甲瓶中混濁之程度，即代表呼吸所生之二氯化炭之量。

VIII 欲明空氣出於肺臟及入於肺臟之機械作用，可取鐘形玻筒之底，蓋以彈性極強的橡皮，并於橡皮上置一布紐，以便牽拉時易握。玻筒中裝置兩個橡皮袋，上通玻管。以此皮袋當作肺臟，以玻管作氣管，故用羊或兔之肺臟而帶有氣管者亦可。玻管穿過軟木塞，其旁亦有小玻管上連橡皮管，有鐵夾以司啟閉。筒之上口務以不漏氣為佳。此種裝置之玻筒，吾人視之為胸腔，筒底之橡皮則視之為橫隔膜（diaphragm）。試執布紐徐徐牽動筒底之橡皮

生 物 學 實 驗

，一上一下。當橡皮牽下及橡皮復原時，觀察橡皮袋，或自然的肺臟所起之現象(諸生同時注意自己之呼吸)，并就實習所見者及其所以有此現象之原因，作一單簡之報告。復用手指閉塞出口，再將旁邊橡皮管之鐵夾鬆開。此開口之玻管可視作吾人口或鼻中氣管之開口處也。

胸腔之擴張，一方由於橫隔膜之降下，一方由於胸壁肋骨之運動。欲證明骨之運動能使胸腔前後直徑增加，可作一簡單之實驗以證明之。即用木條四枝釘成一個能活動之四邊形；前一枝之木條可視作胸骨，後一枝之木條，可視爲脊椎骨，上下兩枝當作肋骨，當上下兩枝木條傾斜時，前後之直徑減少，若其漸次平行時，則前後直徑亦漸增加，吾人吸氣運動係因肋間肌之收縮，將筋骨傾斜的位置，舉而近於平行之位置。

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

人工呼吸法(METHOD OF ARTIFICIAL RESPIRATION)

主要目的 練習用人工呼吸法，以備挽救窒息者(註一)，使其達復活(resuscitation)之目的。

用品 人工呼吸法表證之圖畫。

I 人工呼吸法有多種，茲舉薩福爾氏法(Schaffer's method)爲例。學生練習施行該法時，宜以兩人爲一組，一人爲被試驗者，一爲試驗者。先使被試驗者俯而平臥於桌上或地上，兩臂盡量向前伸展，然後以其一臂置其頭下，轉其面朝向一側，使其口及鼻可以自由呼吸而無阻礙(若在必要時，可牽其舌使出，蓋防其縮入以阻塞氣管。)試驗者跪下，跨於被試驗者兩腿中

人工呼吸法 循環系統

之一腿上，而面則須正對其頭。以手掌放置於其腰部，以大指靠近其背，其他四指平抵其肋骨。然後伸直兩臂，將身體向前和緩的向前推衝，一面使身體之重量壓迫其胸腔，一面使其胸隔膜上引；因此其胸腔縮小，肺內空氣被壓迫而出。此舉動約經三秒鐘即得。次將手臂仍舊不動，僅將身體向後撤退，以恢復原來之位置。當壓力放鬆後，胸腔即因其自然之彈力而膨漲，吸氣運動，於是做成。如斯身體交迭的向前衝及向後退，每分鐘須作十四五次。若在營救之時，應直至罹難者回復原來狀態，或真不可救為止。試驗者須練習能繼續工作達長久之時間為佳。

II 如上法試驗既畢，則被驗試者應改作試驗者，而試驗者則改作被驗試者，復依上法進行可也。

III 救溺者，宜先解除其衣帶，令其伏臥地上。墊其衣服於胃部與地上之間，使其胃部最高，面部取最高之位置，張開其口及鼻。仍以兩手壓其胸部，每次約歷三秒鐘，行之數次，則胃，肺及氣管中之水自口鼻溢出。水盡以後，然後依上法進行以救之。

(註一) 窒息者，呼吸絕止之謂也。其原因甚多，如因誤吞堅物，而致噎塞，因咽喉腫脹，吸氣不能充足皆是；此外如因煤氣中毒，白縊，淹溺，電擊，受壓等，常於俄頃之間，呼吸停止者。此種情況，謂之假死 (asphyxia)。

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

循環系統 (CIRCULATORY SYSTEM)

主要目的 研究高等動物循環系統中主部——心臟之構造，及其作用。

器具 (1)解剖器；(2)解剖盤。

生 物 學 實 驗

材料 羊心臟(購取其新鮮者去其圍心囊(pericardium)之內層薄膜,即可供用。)須連附長約數寸之主要脈管者。

I 觀察羊之心臟的外部構造,注視出入於心臟之主要脈管,特別注意冠狀動脈(coronary arteries),從其腹面及背面,各繪一圖。在腹面圖,須用點線指出左心室(left ventricle),右心室(right ventricle),左心耳(left auricle),右心耳(right auricle),肺動脈(pulmonary artery),大動脈(aorta),前大靜脈(anterior vena cava)之所在。在背面圖,須用點線指出右心耳,前大靜脈,後大靜脈(posterior vena cava),肺靜脈(pulmonary vein)之所在。

II 剖開肺動脈,檢視其基部,則見其間有三個半圓形囊狀瓣,是名半月瓣(semicircular valves)。囊底向右心室,故血液由右心室至肺臟時,無甚妨礙。若血液向心室逆流時,則三囊填滿而相倚接,以阻塞血液之逆行。復解剖大動脈,檢視其基部,則見其間亦有三個之半月瓣,其構造及作用,與肺動脈所具者同。瓣旁有兩小孔,為冠狀動脈之起點,生活時,心臟賴其供給血液於心壁之筋肉,以資營養。此血液復集於冠狀靜脈(coronary veins)。兩者之分枝,得見於心臟外面,而其主要脈管,則橫於前後心溝及心耳心室間之溝中。

III 復作解剖,使心臟左右兩側之內部露出,以察視其構造。各側之心耳心室,互相交通。心室之壁,俱為筋肉質,有衆多之肌柱(muscular papillae),上附腱索(tendinous chord),維於上端之膜瓣,在左心耳與左心室間者,膜瓣之數有二,以其形似僧帽,故名僧帽瓣(mitral valve),亦名二尖瓣(bicuspid valve)。在右心耳與右心室間,有三膜瓣存在,名三尖瓣(tricuspid valve)。膜瓣倚於心室之壁,生活時,若心室內血液之壓力,作

循環系統 血管中血液之流動

用於瓣下，使瓣騰起，則腱索伸張，瓣緣相會合，心耳心室間之交通阻隔，故血液祇能由心耳至心室，而不能由心室逆行以入心耳。

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

血管中血液之流動 (MOVEMENT OF BLOOD IN THE BLOOD VESSELS)

主要目的 觀察血管中血液流行之狀況。

器具 (1)顯微鏡；(2)載物玻片；(3)有孔薄木板。

用品 (1)濕水之棉花；(2)軟布。

材料 蛙，蝌蚪，金魚及蝸蝓，均須羅致生活者。

I 先將顯微鏡配置妥善，接物鏡可用其低倍者，焦點須特別注意。載物玻片上，可注水一滴。次用濕棉花包裹蛙體（註一），使其足蹼展開而置於顯微鏡架之載物玻片上，詳視血液迅速之流動。在微血管（capillaries）中，血球似互相擠擁而前進。其較大之血管為小動脈管（small arteries），其血似為迸出之流動，此血從心臟而來。又在其他較大之血管，其血流較穩定，此管為靜脈管（veins），其血復還於心臟。迸出動作與心臟之收縮相應，而成為脈跳（pulse）（亦名脈搏）。

II 用蛙之蝌蚪置其尾於顯微鏡窺之，則血管中血液之流動可觀。

又用試驗蛙蹼的同一手續，濕棉花包裹金魚之身，展開其尾鰭，以顯微鏡窺察其鰭內血管中之血液，將見血液流動之狀態。惟金魚用鰓呼吸，其血液之循環途次，與成長之蛙，微有不同耳。

III 以軟布包裹蝙蝠之頭，而張開其翼，並釘之於有孔的薄木板上，次

生 物 學 實 驗

以其翼之薄膜置顯微鏡下觀之，亦可見血管中血液之流動之情形。

(註一) 此種實習，以兩人合作爲佳，一人握蛙及展開蛙蹼，一人專心觀察。彼此復可輪換其工作。

實驗次數..... 時期..... 地點..... 姓名.....

血液 (THE BLOOD)

主要目的 探尋血液中內容物之構造及性質。

器具 (1)解剖器；(2)顯微鏡；(3)載物玻片；(4)蓋物玻片；(5)小結晶皿；(6)硬玻管；(7)玻管而附以連有玻管之橡皮塞；(8)唧筒；(9)酒精燈；(10) 細注射器；(11)玻璃瓶；(12) 竹棒；(13)細小玻球。

用品 生理食鹽水。

材料 (1)生活之蚯蚓，蚌，蟹，蛙，天竺鼠；(2)學校所藏之脊椎動物血球染色保存標本；(3)新鮮的出羊血。

一 無脊椎動物之血液(Invertebrate Blood)

I 以清潔之針，刺取蚯蚓之血液，將見其呈紅色，是爲血漿(plasma)中含有血紅素(haemoglobin)之證。以顯鏡微檢查蚯蚓之血液，將見有一種微小變形蟲狀的細胞，是卽血球(Corpuscles)，此血球爲白血球(White corpuscles)型。試將其血球的形狀寫一簡圖。

II 在蚌之足上，刺一小孔，以一小結晶皿承其無色之血，注意小白球塊之生成，用顯微鏡窺之，可見其血球互相膠結之狀。

III 欲檢視血藍素(haemocyanin)，可取蟹一刺其足之基部，集其血於硬玻管中，加入小玻球數個，振盪之，則血清可分離。振盪此血清使與空氣

接觸，將見其變為藍色，此為氯化血藍素分離之所致。復取此種血清5.c.c.置於玻管中，附以連有玻管之橡皮塞，先以唧筒抽去其中空氣，而動盪之，約五分鐘，可以還原。

二 脊椎動物之血液 (Vertebrate Blood)

I 於手指之指甲後部，用酒精洗淨，使其乾燥。同時將清潔之針在火燄中熱之，使殲滅細菌或其他污穢之物。俟針冷卻後，以之刺入指上乾燥之皮膚，速取鮮血一小滴，置於載物玻片中央，加入生理食鹽水一滴，覆以蓋物玻片。先以顯微顯之低倍者窺察，復以高倍者檢查。對於衆多之赤血球 (red corpuscles) 注意其形狀，大小，及其配置。對於少數之白血球，亦須注意其形狀，大小，尤須注意其運動之狀況。繪一赤血球之平面圖。透明之白血球，亦須寫一圖畫，並就所觀察所得者，略述其特性。學校如藏有各種脊椎動物血球之染色保存標本片，無論其多少，均可用顯微鏡觀之，以資比較。

II 刺取蛙血一滴，依上法行之。試將其赤血球之形狀，大小，及內容與人之赤血球作詳細之比較。次以pithing驟然殺蛙，從其背淋巴液囊 (dorsal lymph sac)，以細注射器抽取淋巴液 (lymph) 少許，置顯微鏡窺之。試繪白血球之形狀，注意其假足伸展之情況。

III 血紅素之結晶可從天竺鼠之血得之。實驗時，可取天竺鼠之鮮血一滴，混於載物玻片上之水點。經數分鐘，用顯微鏡觀之，則血紅素結晶常見焉。

IV 採取山羊鮮血約100c.c.，置玻瓶中，約二十四小時，俟其凝固，觀察血餅 (clot) 之收縮及血清分離之狀況。取血清考察之，所留之血餅表面呈紅色，內部呈藍色。

生 物 學 實 驗

以少量山羊鮮血置玻瓶中，頻用竹棒攪和，或置於堅而大之玻瓶中，加入細小玻球數個，猛烈動盪，則纖維素可與血清及血球分離。再將後者傾去，詳視其與由上法所得血清，有何不同之點。

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

動物之排泄器官及其排泄物(EXCRETORY ORGANS AND EXCRETORY SUBSTANCES OF ANIMALS)

主要目的 研究動物排泄器官之構造及其作用，并檢驗其排泄物之性質。

器具 (1)解剖器；(2)解剖盤；(3)載物玻片；(4)蓋物玻片；(5)顯微鏡；(6)解剖顯微鏡；(7)蒸發皿；(8)酒精燈；(9)玻杯。

用品 (1)迷蒙精；(2)鹽溶液；(3)含有藻類之池水；(4)細粒洋紅；(5)氫氟化鈉；(6)硫酸銅溶液；(7)大豆粉(在實驗室中研碎成粉者)；(8)石蕊液(litmus solution)；(9)醋酸；(10)硝酸。

材料 (1)蚯蚓，蚌，蝸牛，蚌蟻，蜂，蝦，蠶，蛙，鵓，兔等排泄器官之解剖標本；(2)蚯蚓；(3)兔，羊，蛙之腎臟；(4)水蚤；(5)尿素(urea)；(6)尿酸(uric acid)；(7)尿液(urine)；(8)白色鷓糞。

一 動物之排泄器官

I 對於已備的諸種動物排泄器官之解剖標本，須加以詳細之觀察。

II 用迷蒙精麻醉蚯蚓，立即殺之，取其腎管(nephridium)置於鹽溶液中，在高倍顯微鏡下檢驗，其目的在探尋 nephrostome 及檢察纖毛。

III 剖切兔與羊之腎臟，用鏡檢之。蛙及哺乳類之腎臟，可製為切片標本。

IV 培養生活水蚤約數隻於盛有池水之小玻盤內，池水以含有藻類者為

動物之排泄器官及其排泄物

佳，蓋藻類可爲其良好之食料故也。數日後，放細粒洋紅於其中，以顯微鏡驗之。觀察洋紅之所在，則不特消化管有之，即排泄器亦具焉。此洋紅以溶解狀態經過消化管壁，而入於體液中，最後爲排泄器所取。

二 動物之排泄物

檢察尿素及尿酸，作以下之試驗：

(i) 尿素

1. 觀察尿素在水中之溶度及溶液，蒸發至乾涸時所生結晶之狀態。
2. 以尿素結晶置於乾燥試管中，加熱使融，注意亞母尼亞(ammonia)氣之臭味。離火冷卻，加入氫氯化鈉及硫酸銅溶液一滴，觀察其有無淡紅biuret'的顏色。
3. 取2%之尿素溶液少許，加入大豆粉一匙，及少許石蕊液，次加1%之醋酸，使石蕊變紅爲止。數分鐘後，全液變爲藍色反應，而轉爲強鹼，因尿素已分解爲碳酸銻(ammonium hydrogen carbonate)及亞母尼亞故也。
4. 欲作尿液中尿素存在之指示，可取尿液加大豆粉一匙及石蕊與醋酸少許，一如上法，視其反應結果。此乃尿素之簡單定性法。欲知尿素分析法，則可參閱生物化學專書。

(ii) 尿酸

1. 觀察尿酸在水之溶度——不易溶於沸水中。加入氫氯化鈉，而試驗其溶液是否爲尿酸氫鈉(sodium hydrogen urate)。
2. 欲依摩厘氏試法(Murexide test)以從事試驗，可取尿酸結晶一二塊，潤以硝酸(最好置於載物玻片上行之)，徐徐加熱，待變爲黃紅色爲止。加亞母尼亞一滴即變爲紫色。試取白色雞糞一小塊，依同法試之，視其結果。

生 物 學 實 驗

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

根之構造及作用(STRUCTURE AND FUNCTIONS OF ROOTS)

主要目的 探究根之構造，及其作用。

器具 (1)玻盤；(2)剃刀；(3)小刀；(4)載物玻片；(5)蓋物玻片；(6)顯微鏡；(7) 擴大鏡；(8) 試管。

用品 (1)含有紅顏色之水(用紅墨水少許注入清水中即成。)；(2)膠質(與培養細菌所用之膠質同)；(3)石蕊染料。

材料 (1)胡蘿蔔之根(並須帶葉)；(2)萬年生之根；(3)由蘿蔔，亞麻及豆等從種子栽生的幼植物；(4)在水中切斷之各種植物的根；(5)沒於水中的蘿蔔種子。

I 以胡蘿蔔或萬年青之根，直立於有色之水中，歷一兩日，切成橫斷面薄片及縱斷面薄片。先用顯微鏡檢視其橫斷面之構造。摹繪一根之橫斷面圖(直徑約一寸半)，附以下列各部之名稱：(1)上皮部(根之外層屬上皮系，乃柔軟組織所成。)；(2)皮層(cortex or bark)(在上皮部之內面，乃屬基本系。)；(3)中心筒部(central cylinder)(由木質韌皮二部相交而成。)；(4)生長層(介於中心筒部與皮層之間)。次用鏡檢其縱斷面之一部，就所見者作一圖，并附以各部之名稱。

II 以擴大鏡檢查從種子栽生的幼植物之根，並以鏡檢曾置於水中切斷的根。詳視根毛(root hair)及根冠(root cap)(為死細胞所構成)。照實物摹寫一圖，附以此等部分的名稱。於顯微鏡下窺察纖細的支鬚(rootlet)及根毛，作一圖，以表明根毛對於上皮細胞之關係。

III 欲證明植物之呼吸經過根之表面，可置浸過的蘿蔔種子於試管中之膠質面上。惟膠質有須預先染以石蕊染料，俟根生長入膠質中，觀察膠質的

色。則可知由根分出之物質為酸性或為鹼性抑為中性，蓋石蕊染料遇酸則變紅，遇鹼則變藍色。惟此種試驗不能表明其根之表面吸收氮氣，僅能表明其呼出二氮化炭氣而已。此氣體溶解於水中，謂之炭酸。試用圖式表明此種理論與結果。

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

滲透作用 (OSMOSIS)

主要目的 探究溶解的物質如何透過薄膜。

器具及用品 (1)膀胱(可購豬之膀胱)；(2)玻璃塞或軟木塞；(3)帶有長玻璃管之漏斗；(4)鐵夾；(5)玻璃缸；(6)硫酸銅與黃血鹽製成之沉澱膜。

材料 (1)糖液或食鹽液；(2)清水；(3)乾梅子。

I 植物賴滲透作用以吸收養料。滲透作用者，兩種不同溶液隔以薄膜而兩種液體自能透過薄膜，互相混和而成一種液體之謂也。許多植物在土中吸收無機鹽類之溶液通常皆屬根之滲透作用。欲表證此種作用，可用兩透性膜的膀胱製成一囊，此膀胱可視作細胞壁。囊中盛以糖液或食物鹽液，囊口加玻璃塞，插入漏斗下之長玻璃管，以鐵夾將囊箍緊，繫於盛有清水之缸內。每隔十五分鐘之間，將管中之液的水平，附以標誌。翌日，觀察環繞囊內及囊外之液的情形，試就所見的兩液透過膜質而交流所起之各種現象，及其所以有此現象之原因，作一報告。

II 植物及動物之細胞具滲透作用。欲明示此種作用，可置乾梅子於清水中，使歷一夜，試考察其膨脹之原因。次日於梅子膨脹後，置之於糖之濃液內，於糖液內有何發現？

生 物 學 實 驗

Ⅲ 以硫酸銅與黃血鹽製成沉澱膜。此膜為半透性，不能令所隔之兩液互相交流，祇容一液向他液流動。注糖液或食鹽於膜囊中而浸之清水內，則祇能令水液向糖液或鹽液而流動，使糖液或鹽液之容積增加而已。

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

種子栽生的幼植物之消化作用 (DIGESTION IN SEEDLINGS)

主要目的 表證消化作用在種子栽生的幼植物中進行狀況。

器具 試管。

用品 (1)碘液；(2)費凌氏液。

材料 (1)各種乾種子及粒實；(2)同樣的發芽種子及粒實。

依照以往試驗澱粉及葡萄糖方法，先分別試驗乾種子及粒實的子葉與胚乳之澱粉或葡萄糖。次分別試驗發芽種子及粒實的子葉與胚乳之澱粉與葡萄糖。就試驗中觀察所得者盡量示於下表：

所試驗之種子及 粒實之名稱	澱 粉		糖 分	
	乾種子或乾 粒實	發芽種子或 發芽粒實	乾種子或乾 粒實	發芽種子或 發芽粒實

結論 當種子及粒質萌芽時，試驗一種炭水化合物變爲他種炭水化合物，並就其實驗結果述之。

問題

1. 糖分對於水分何者其所能爲，澱粉對於水分何者不能爲？
2. 糖分對於細胞膜何者其所能爲，澱粉對於細胞膜何者其所不能爲？
3. 植物中之貯藏養分作澱粉狀態較勝於作糖分狀態，究於植物本身有何利益？
4. 種子栽生物幼植物何故必須消化的作用？

實驗次數.....時期.....姓名.....地點.....

莖之構造 (THE STRUCTURE OF STEMS)

主要目的 探究植物之莖的微細構造。

器具及用品 (1)解剖器；(2)植物組織實驗需用之器物(參看第38頁)；(3)顯微鏡；(4)擴大鏡；(5)載物玻片；(6)蓋物玻片；(7)雙子葉植物莖及單子葉植物莖構造掛圖；(8)色素液(以紅墨水加於水中即得)；(9)清水。

材料 (1)櫻或梅，桃之莖；(2)紫茉莉莖的橫斷切片染色保存標本；(3)玉蜀黍莖的橫斷切片染色保存標本；(4)玉蜀黍。

I 取櫻或梅，桃之莖，橫斷之，檢察其構造。其最外部之皮(註一)，可以指甲傷之，此部謂之皮層(bark)。次爲韌皮纖維組織構成之皮，此部謂之韌皮(bast or phleon)。再次爲堅硬之部，謂之木質(wood or xylem)。中央爲白色柔軟之部，謂之髓(pith)(註二)。在櫻莖之皮層，可分爲內外兩層，

生 物 學 實 驗

外層褐色，謂之木栓層(corky layer)，內層綠色，謂之綠皮層(green layer)。
○凡雙子葉植物(Dicotyledones)及裸子植物(Cymnospermia)之莖韌皮與木質
兩部之間，有生長層(cambium or growing layer) (註三)。試寫一雙子葉莖
橫斷面之圖式，附以各部之名稱。

II 取紫茉莉莖的橫斷切片染色保存標本(參看第41頁)，置顯微鏡窺之。
○描繪其各部構造，並參閱掛圖所載之雙子葉植物莖(dicotyledonous stem)
細微構造圖各部之名稱。將檢出之部分，一一示其名稱於圖中。

III 玉蜀黍莖為研究單子葉植物莖(monocotyledonous stem)之構造極佳
之材料。試取玉蜀黍二株，其一株於實驗之前一日插於色素液中，其他一株
則插於清水中。屆實習時，詳察色素液所插玉蜀黍莖之一部，而以插入清水
者比較之。取其莖，分別切為橫斷面，以廣大鏡檢出曾插入色素液之玉蜀黍
莖中最鮮明之部分，而取未插入清水者，就其莖之同部分以比較之。復以低
倍之顯微鏡，分別窺察兩種玉蜀黍莖之橫斷切片，且用高倍顯微鏡檢視其構
造，一一比較之，察視散佈於各處之維管束(fibro-vascular bundle) (即組
織中有大孔者)之構造，就維管束及其周圍之柔軟組織，以觀其構造之關係
。并詳視橫斷面中各種細胞之區別。

IV 取玉蜀黍橫斷切片染色標本(此種標本製作法可細閱第39頁至41頁)
，先用低倍顯微鏡窺視之。描畫一圖。復就其橫斷面之一部，作一精細圖，附
以維管束，柔軟組織及上皮等名稱(參閱掛圖所畫之單子葉植物莖的構造圖)
。作一維管束廓大圖，并以點線指出柔軟組織，木質，韌皮等部之所在。

問題

1. 雙子葉植物莖與單子葉植物莖之細微構造有何不同之點？
2. 玉蜀黍莖之維管束中所包含之導管如何？

莖之構造 植物之轉運作用

3. 試就玉蜀黍莖中維管束的構造，而述其機能？

4. 玉蜀黍莖之上皮細胞比在內部之柔軟組織之細胞其膜較厚者何故？

(註一) 雙子葉植物莖之全莖外面有上皮層(即表皮層)，此層在幼時必有之，迨莖漸老成，則漸漸乾縮而剝脫。

(註二) 雙子葉植物莖之嫩者均有髓，惟因莖幹經年，此髓常枯壞或消盡。然如接骨木等，則其髓殊多而永存。其自髓發出，貫穿維管束之輪層，而達於皮部者，謂之射出髓 (with o. medullary rays)。

(註三) 生長層一名形成層。其細胞大有分生之機能。植物年年自此層增生韌皮於外，增生木質於內，故維管束均并列而成環輪之狀。在寒暖遞遷之地，所生雙子葉植物及裸子植物，其木本莖之橫斷面，木質部中，有與莖之生長年數相符之輪層，名曰年輪(annual ring)。

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

植物之轉運作用(TRANSPORTATION OF PLANTS)

主要目的 研究植物體中液汁轉流之狀況。

器具 (1)各種刀；(2)玻璃瓶；(3)S形玻璃管；(4)廣口玻璃筒；(5)顯微鏡；(6)載物玻片；(7)蓋物玻片。

用品 (1)水銀；(2)紅墨水；(3)清水。

材料 (1)絲瓜莖；(2)柳枝；(3)櫟或桑之枝；(4)金魚藻之莖。

I 取絲瓜之莖，在離地七八寸處割斷。用玻璃瓶接其斷口，數日後視之，將見液汁充滿瓶內。又在斷口上接以S形之玻璃管，管內貯水銀。其初左右同高，不久，因汁液壓出，使水銀之一端上昇，一端下降，此水銀高低之差

生 物 學 實 驗

度，顯示液汁壓出時之壓力。

植物自根毛收土中液汁，流入皮層，迨此層液汁充滿，即以強壓力壓入中心之木質部，復由莖之木質部上昇，而終遠於葉。此作用稱為根壓作用 (root pressure)。

II 取柳檉或桑之枝，浸於水中。注入紅墨水使水成紅色。歷一週後。切枝成橫斷面及縱斷面，以觀察其組織中，何部着色。

III 取柳之粗枝，將下半段之皮層及韌皮部剝去一截，使木質部露出。復將剝去之下端浸入水中。經數天後，將見其剝去上部之皮面，發生副根。由此可知其液汁上昇，有機物從韌皮部下降，遇剝處之阻礙，乃蓄積於其上，而發生副根。此液汁轉流之作用，與動物之循環作用略同。

VI 以金魚藻之莖，作橫斷面及縱斷面之薄切片。置顯微鏡下窺之，注視其維管束之狀態。得悉其木質部甚不發達，而缺乏導管，學者試言其故。

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

葉之部分與形態 (PARTS AND FORMS OF LEAVES)

主要目的 探究葉之部分，葉脈之狀態，及葉之形式。

材料 梅，山茶，小連翹，竹，芭蕉，櫻桐，槲，楓，槭，槐，紫藤，豌豆，香椿，大麻，七葉樹等之葉(此等材料，勢難同時同地收集完備，若乏新鮮標本者，則可用壓製之標本代之。)

I 試繪梅葉之全部，附以葉身 (lamina) (即世人所稱之葉) 葉柄 (petiole)，托葉 (stipule) 等名稱。審視山茶與小連翹之葉，與梅葉比較，試略述此三種葉差異之點。

II 察觀葉脈 (vein) 不同之形式——平行脈 (parallel vein) 及網狀脈 (

葉 之 部 分 與 形 態

netted vein)。在平行脈之葉，其脈自基部縱走尖端，始終并行者，謂之直脈 (straight vein)；其自葉柄頂端散出衆多之支脈，向前左右三面射出者，謂之放射脈 (radiating vein)；其自主脈 (midrib) 兩側，橫生衆多支脈，而直達葉緣者，謂之側脈 (transverse vein)。在已預備之材料中，選取其可爲上述三種不同之平行脈的葉，分別繪其脈形，並註明其爲某種植物之葉。

網狀脈分爲兩種，一爲羽狀脈 (pinnated vein)，一爲掌狀脈 (palmately vein)。前者自主脈兩側，分出衆多支脈，狀若羽毛；後者自葉身基部之一點，射出數條主脈，展成掌狀。在已預備之材料中，探選其可爲上述兩種不同之網狀脈的葉，照實物描寫其脈形，並註明其爲某種植物之葉。

III 葉有單葉 (simple leaf)，複葉 (compound leaf) 之分。前者自葉柄之上，僅着單一之葉身，葉柄直入葉身中，成爲主脈，葉身與葉柄間，並無關節；後者之葉身分離爲數枚，其分離之一枚，謂之小葉 (leaflet)，小葉各着於小柄上，各小柄從一葉柄分出，小葉與葉柄間具關節。複葉之一小葉，其形狀雖與單葉之葉身相似，但因其在葉柄上之排置不同，復區爲羽狀複葉 (pinnately compound leaf) 及掌狀複葉 (palmately compound leaf) 之兩種。前者各小葉分列於葉柄之兩側，其頂端或着一小葉或不具之；後者各小葉之基部，集於葉柄之一點，散射於前左右三面。複葉之各小葉，若再分歧，則成二回或三回之羽狀複葉，及二回或三回之掌狀複葉。從預備之材料中，選出可代表羽狀複葉及掌狀複葉之葉，照實物各繪一圖，並註明其爲某種植物之葉。

生 物 學 實 驗

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

葉之配置 (ARRANGEMENT OF LEAVES)

主要目的 檢出葉在莖或枝節上如何配置。

材料 (1) 梅，牽牛，冬青，枇杷，續斷(一名野芝麻)，紫蘇，臘梅，問荆，夾竹桃，豬殃殃等植物之葉(欲在同時同地，羅致此等材料，頗覺困難，故可用壓製標本以補其缺乏者)；(2) 蘋果，白楊的有葉之莖。

I 葉在節上，其配置恒有一定，是名葉之配置，或稱葉序(phyllotaxis)；有對生(opposite)，互生(alternate)，輪生(verticillate)三種。每節生兩葉，在莖之兩側，左右相對，名曰對生。一節祇生一葉，數節之葉交互而成葉序者，名曰互生。每節有三個以上之葉，環生於莖之周圍者，曰輪生。觀察葉之配置。於預備之材料中，選出對生，互生，輪生三種植物之葉，分別繪其排置之狀況，并各附以植物及其葉序之名稱。

II 試於互生葉中，任取一葉，以此葉為起點，命為零葉。與其上各節出葉之處，連接作一虛線，至零葉直上之一葉為止。則此虛線繞莖而成螺旋線，稱此螺旋線為一葉序。復以一葉序中螺旋線繞莖之回數為分子，一葉序中之葉數為分母，則該分數，可以表示葉之開度(angle of divergence)。試以蘋果，白楊等之葉，如上法計算其一葉序中螺旋線繞莖之回數，及一葉序中之葉數，並列舉其葉序之分數式。

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

葉之構造 (THE STRUCTURE OF LEAVES)

主要目的 研究植物葉之微細構造。

葉之配置 葉之構造 葉中澱粉之造成與光線之關係

器具及用品 (1)解剖器；(2)玻盤；(3)載物玻片；(4)蓋物玻片；(5)接骨木髓。

材料 山茶及水仙之葉。

I 以山茶之葉切成橫斷面切片，置顯微鏡下窺之，則見其上下兩面各被上皮一層。近葉面之部，即上面上皮之下，有圓柱狀之細胞，駢列如柵，謂之柵狀組織 (palisade perenchyma)。此部含葉綠體甚多。近葉背之部分，有不規之細胞，排列疎鬆，含空隙頗多，此部謂之海綿組織 (spongy parenchyma)，含葉綠體較少。柵狀組織與海綿組織均屬葉肉。葉肉內有維管束，即所謂葉脈也，諸生試思葉脈有何功能？

II 取水仙之葉而考驗之，則知其葉直立而無表裏之區別，故其葉之兩面的構造皆同。

問題

1. 山茶之葉，其表面常為濃綠色，而背面（即裏面）為淡綠色者何故？
2. 山茶葉與水仙葉其構造有何不同之點？

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

葉中澱粉之造成與光線之關係 (RELATION OF LIGHT TO STARCH-MAKING IN LEAVES)

主要目的 檢出葉中澱粉之造成，及其與光線之關係。

器具 (1)暗箱；(2)剪刀；(3)鑷子；(4)盤；(5)試管；(6)湯焗；(7)酒精燈。

用品 (1)酒精；(2)清水；(3)碘液；(4)軟木片。

材料 盆栽植物。

生 物 學 實 驗

I 普通植物之綠葉，晝間營光合作用(photosynthesis)，而造成澱粉。於夜間則化成葡萄糖，自葉柄而轉送至枝條內。試置兩盆栽植物於黑處，使其歷一夜之久。翌晨，以其一置於光處(謂之甲)，而任其他仍置於黑處(謂之乙)在晴天之傍晚，從每植物之一偶，各剪取其一葉，置於盛水之盤中，加熱使沸，約歷一分鐘。離火後，即將葉從水取出移於試管中；注加酒精，更以試管之下半部，置於湯鍋之熱水中。因酒精之沸點較水之沸點為低，故試管中之酒精不久即沸，約數分鐘後，葉綠素即從葉中溶出。再自酒精中將葉取出，置之於碘液中，約數分鐘後，以瞻此兩葉之變化。從甲植物取出之葉其色若何？從乙植物取出之葉其色又若何？試作簡單之答覆。

II 以軟木片蔽樹葉之一部，俟一二星期後，試察被蔽之部變為何色？與未蔽之部有何不同之處？將葉摘下，如上法，先以水煮沸後，置於酒精中煮沸，俟葉綠素溶出，再置於碘液中，以觀其變化。試分述未蔽之部所變之色，與被蔽之部所變之色，有何不同之處？

問題

1. 吾人試驗之盆栽植物若均置之於暗處，則其葉中澱粉之變化如何？
2. 吾人試驗之盆栽植物，何以皆先置於暗處？
3. 葉中澱粉之造成與否，何以與空氣或濕度無關？

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

葉綠素與澱粉之造成(CHLOROPHYLL AND STARCH-MAKING)

葉綠素與澱粉之造成 光合作用時氫之放散

主要目的 探究葉綠素(chlorophyll)與澱粉構成之關係。

器具 (1)剪刀；(2)鑷子；(3)玻杯；(4)試管；(5)湯鍋；(6)酒精燈及三脚架。

用品 (1)清水；(2)碘液。

材料 用葉具斑駁者之盆栽植物作材料，例如秋海棠屬(Begonia)中之某種變種。

以葉具斑駁之盆栽植物暴露於光處，凡逾一日。於日暮時，剪去其有斑駁之葉。作一圖式，示其有葉綠素及無葉綠素之部分。置之於盛有清水之玻甕中，煮沸片刻；從水中取出之，投入試管中加入酒精；以此盛有酒精及葉之試管的下部，置於湯鍋之沸水中，凡數分鐘，以除去其葉綠素；將葉從酒精中取出，置於碘液內。作一圖式，示其澱粉之存在，蓋此葉經碘液檢驗後，可知澱粉存在之處故也。

結論 試論葉中澱粉之分布與葉綠素之原來分布有何關係？就以上澱粉試驗之結果，能證明葉中之葉綠素與澱粉造成有密切之關係乎？

問題

1. 葉綠素存在之處，與澱粉之造成，比之葉脈及其他部分關係較深，能言其理歟？
2. 能舉出無葉綠素之植物而能產生澱粉者歟？
3. 馬鈴薯塊莖中澱粉存在之理，能言之乎？

實驗次數.....時期.....地點..... 姓名.....

光合作用時氫之放散(LIBERATION OF OXYGEN DURING PHOTOSYNTHESIS)

主要目的 表證光合作用時氫之放散。

生 物 學 實 驗

器具 (1)廣口大玻璃淺盆；(2)鐘形玻璃罩；(3)橡皮栓；(4)木製大暗箱。

用品 (1)蠟燭；(2)火柴；(3)清水。

材料 盆栽植物。

I 取盆栽植物兩盆，各置一盤於廣口的盛水大玻璃盆中，植物盆旁，各豎一蠟燭，再取上下開口的鐘形玻璃罩覆蓋盆栽植物及蠟燭。鐘形玻璃罩之上口，分別塞以橡皮栓。將鐘形玻璃罩提起，取燭燃之，置燭於原處。迅將鐘形玻璃罩按原來位置覆蓋植物與燭，使兩鐘形玻璃罩內之氧氣盡行除去。

II 如上裝置，以其一套置於木製之大暗箱中，使其避免發生光合作用；其他一套則置於光線充分之處。經過天氣晴朗之日兩三天後，輕輕將鐘形玻璃罩上之橡皮栓拔開，將燃着之燭插入鐘形玻璃罩內。在無光合作用之鐘形玻璃罩內與有光合作用之鐘形玻璃罩內，其火焰之情形如何，須作一報告。

結論 就以上試驗之結果，能證明光合作用時所散放者為何種之氣體？

問題

1. 以上試驗，將鐘形玻璃罩覆蓋後，何以知其中已無氧氣？
2. 以上試驗，鐘形玻璃罩內有不同之結果，乃因光合作用所致，而非緣於其他因素之影響，能言其理歟？

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

紅葉與落葉 (RED LEAVES AND FALLING LEAVES)

主要目的 考驗紅葉之成因爲花青素 (anthocyan) 之生成，及探究葉落之原因。

器具 (1)玻璃杯；(2)小刀；(3)鑷子；(4)酒精燈；(5)湯燭；(6)試管；(7)手切片機及剃刀

葉綠素與澱粉之造成 紅葉與落葉

；(8)載物玻片；(9)蓋物玻片；(10)顯微鏡。

用品 (1)酒精；(2)蒸餾水；(3)10%鹽酸溶液；(4)10%氫氧化鉀溶液；(5)10%明礬液；(6)骨接木髓；(7)氯化鐵溶液；(8)費凌氏液。

材料 (1)槭葉或楓葉；(2)柿葉；(3)烏白葉；(4)無花果。

I 秋季槭葉或楓葉等變為美麗的紅色，飾成秋日美景。考紅葉之成因為花青素之生成。如欲試驗其紅色色素果為花青素與否。可取紅葉數片，用刀切碎，納入玻杯中。同時加入酒精一分與水五分之混合液。以玻杯之下半部置酒精燈上之湯鍋內煮之，則混合液變為紅色。此由於紅色色素溶出於混合液中故也。於是將玻杯中渣滓濾去，分盛於四個試管內。第一試管內不加試藥，作為比較材料。第二試管內注入10%鹽酸溶液，則變為深紅色。第三試管內加10%氫氧化鉀液數滴，則變成美麗之綠色。第四試管內加10%明礬液少許，則有變為藍紫色之傾向。總括以上試驗結果言之，即遇酸性則呈紅色，遇鹼性則呈綠色，遇明礬則成藍紫色。此等變色反應為花青素特有之反應，則其紅色色素為花青素，殆無疑義。

II 次取紅葉作橫斷薄片，用顯微鏡觀察之；將見上皮及柵狀組織細胞內充滿紅色之液，可知花青素乃溶解於細胞液中。此外尚有光線折力強之黃色小粒，是即殘留之葉黃素(xanthophyll)也。

III 花青素之生成，須有糖分與單寧(tannin) (亦名鞣素)。槭樹之葉內含有多量糖分，柿與烏白等之葉內含有多量單寧，故能成為紅色。如欲試驗必有多量糖分及單寧，始可成為紅葉。可依第I節內所述方法，將槭樹紅葉及柿或烏白紅葉次第將葉汁煮出，分盛於試管中。於盛柿或烏白紅葉汁之試管內，注入氯化鐵溶液數滴，則呈黑色之反應，是為紅葉含有單寧之證也。又於盛槭葉汁之試管內，加入費凌氏液少許，加熱煮沸之，則生亞氯化銅之

赤褐沈澱，是即紅葉內葉有糖分之證也。

IV 取無花果而檢查其葉柄與枝相接之部，若葉將凋萎，則見其有明瞭之輪線，以手輕觸之，葉片即自輪線部脫落。是因葉柄與枝之間有離層組織存在故也。該組織之表面頗平滑。

V 取葉柄處僅能與枝相接者，切成薄切片，置用顯微鏡下觀察之，則見離層由數層之柔膜細胞而成，細胞內含有脂肪質，各處有維管束貫穿。該層前方之柔膜細胞內殆盡是其含有物，僅含草酸鈣之結晶體。該層後方之柔膜細胞內含有澱粉離層之細胞，皆已枯死者。其後細胞膜破壞，而維管束亦與之切斷，葉片遂脫落。

VI 離層之生成，隨葉之凋萎而起。葉尚生活，且其中有養分時，不見離層。如無花果之葉，尚未生離層者，切傷葉柄之各部，由傷口流出乳汁。若已生離層者，則切傷葉柄之各部，不見有乳汁流出。

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

植物之呼吸 (PLANT RESPIRATION)

主要目的 探究植物呼吸之現象。

器具 (1)圓柱狀之玻筒；(2)玻板；(3)小花盆(底孔須有鐵紗)；(4)廣口玻杯(其口以能容載小花盆者為合適)；(5)穿孔玻板；(6)溫度計；(7)水族玻器。

用品 (1)黑紙；(2)蠟燭；(3)石灰水；(4)蟻醛液。

材料 (1)花瓣略大之花；(2)浸於水中之豌豆；(3)水藻及水棲小動物。

I 以花瓣略大之花投入圓柱狀之玻筒中，以玻板密覆筒口，置暗室內，或用黑紙遮蔽玻筒外。經過數小時，徐徐將玻片揭開，以燃燒火之蠟燭插

植物之呼吸 蒸發作用

入器內，則火焰即熄。或傾入石灰水，振盪之，則生白色。此種現象與植物之呼吸作用有無關係，所以呈斯現象者，其原因何在？又此種實驗必須在暗室或由黑紙遮蔽玻筒外行之者，學者試思其理由。

Ⅱ 從浸於水中之豌豆種子中，取其將發芽者。盛於圓柱玻筒內，種子裝至半筒即可。次取玻板密蓋筒口，靜候約一日。然後揭去玻片，以燭火探入，將見火焰立即熄滅。又以燭火探入同大之玻筒，是否與此呈同一之現象，並述其理。

Ⅲ 取兩小花盆，分別置浸濕之豌豆種子於其中，種子以至半盆為佳。惟其中一盆之種子須預先浸於蟻醛液中，以絕其生機，不能發芽。別取廣口玻杯兩個，注入石灰水，然後以花盆分別置於玻杯上，更用玻板密閉盆口。玻板中央，須穿一孔，以便插入溫度計。孔之大小，以適合溫度計穿過為度。如有空隙，亦須以紙片填塞之。裝置既畢，即可移此等器物，同置適於發芽之處。數日後，注意種子發芽之狀況。石灰水之情形，以及溫度之如何，試就觀察所得者作一報告。

Ⅳ 取水族飼養玻器三個，均盛以水，其一投入水藻及水棲小動物，其一僅投水棲小動物，其一僅投入水藻，俱用玻板密蓋器口，置於光處。數日後，觀察器中之動植物，紀錄其結果。

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

蒸發作用(TRANSPIRATION)

主要目的 表證生活的葉蒸發水分的作用。

器具 (1)玻璃罩；(2)玻杯；(3)有孔玻片；(4)玻片；(5)具橡皮塞之大試管；(6)支物架；

生 物 學 實 驗

(7)闊頸玻璃瓶；(8)小刀。

用品 (1)橡皮布或油紙；(2)鹽酸鈷紙；(3)細繩；(4)凡士林。

材料 (1)盆栽草本植物；(2)新鮮葉片；(3)生活之有葉枝條；(4)無葉枯枝。

I 取盆栽之草本植物，用橡皮布或油紙包封其盆及土壤，以防水之直接由土壤蒸發。其後置於玻璃罩內，久之，將見罩內生有水滴，是為植物具蒸發作用之證。又採摘鮮葉片數枚，覆於玻璃杯內，亦見同一之現象，是為植物之葉發散水蒸氣之證。更取有柄之葉一枚，以其柄穿插有孔玻璃片之孔，再以玻璃片覆盛水之玻璃杯，使葉柄之下端插入水內。別取玻璃杯覆葉片，此玻璃片之口緣，須與玻璃片密接。裝置畢，其後曬於日光中，則葉自氣孔蒸發許多水分，凝結於覆葉玻璃杯之裏面。

II 夏日正午之際，試察草本之葉，常見其暫時萎縮，是為葉面蒸發之水分，較根所吸收者為多之明證。

III 在我國南方，於初夏之夜，試入竹林細聽，則聞水滴之聲。是因夜間蒸發微弱，而根則仍吸收彼過多之水溢出故也。夏季清晨，試到稻田觀察，將見稻之葉緣，結有水珠，其理亦與此同。

IV 以鹽酸鈷紙(此紙原為青蓮色，遇水分則變為紅色。)覆於一片樹葉之背上，復以玻璃片二塊緊札之。移時，將紙取出，檢察之，將見紙上具紅色斑點，是為葉背放散水分之證。

V 取一生活之有葉枝條，上部留葉，下部去葉。另取具橡皮塞之大試管，於其塞穿一大小適宜之孔，乃以生活有葉枝條之下部從塞之底面插過此孔，並使其伸出適宜之長度。然後以有葉之部，納入大試管中，順將橡皮塞緊塞管口，用凡士林密塗各隙，於是將此大試管倒置，而以適宜之有夾支物架支持之。次取滿盛水之闊頸玻璃瓶，其橡皮塞須穿有大小適合之兩孔。乃將生

蒸發作用 植物之排泄物

活枝條之下部插過一孔，別取無葉枯枝，插入其他一孔。復將此塞緊蔽瓶口，以凡士林密封各隙。徐徐觀察玻瓶及試管內水量之變化現象。水分由生活枝條所發出，試舉所見以對。生活枝條之作用與無葉枯枝有何不同之處，須一一報告。

問題

1. 栽花之盆土易乾，供花之瓶水易減，試言其故？
2. 不毛之處，空氣常乾，森林之中，空氣常潤，試言其故？
3. 植物在晝間蒸發旺盛，夜間則蒸發微弱，何以正午前後審視稻葉，反不見水孔下有水滴，學者能言其理歟？
4. 農家移植樹木，恒略刪去其枝葉，學者能言其理歟？
5. 葉所接收之水，係經莖而來，試言其經過之途徑？
6. 植物由根吸上之水分，上昇至莖葉，不絕蒸散於空氣中，此種作用是否僅為葉片所具有？

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

植物之排泄物 (EXCRETORY SUBSTANCES OF PLANTS)

主要目的 檢察植物排泄物之形性。

器具 (1)解剖器；(2)手切片機及剃刀；(3)吸管；(4)玻盤；(5)載物玻片；(6)蓋物玻片；(7)顯微鏡。

用品 (1)接骨木心；(2)醋酸；(3)蒸溜水；(4)鹽酸或硝酸。

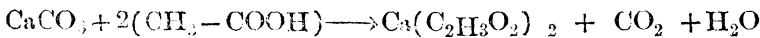
材料 (1)印度膠樹(滇人稱此樹為緬樹，見植物名實圖考。)桑，無花果等之葉；(2)秋海棠之葉柄；芋(天南星科)或蜘蛛抱蛋(百合科)之葉柄。

生 物 學 實 驗

一 鐘乳體

I 以印度膠樹，桑，無花果等之葉為材料，作橫斷薄片，鏡於顯微鏡下。將見逼近葉面之葉細胞內，有一大形之細胞，其內懸有有柄之美麗結晶體，是即碳酸鈣 (calcium carbonate) (CaCO_3) 之結晶體也，稱為鐘乳體 (cystalith)，或稱房狀體。此鐘乳體為植物之排泄物，存於葉中，俟其脫下，始收排泄之功。

II 次將顯微鏡下所見有鐘乳體之切片，注加少量之稀醋酸，當見有泡沫發生，該體漸次消瘦，是即該結晶體含有碳酸鈣之明證也。其反應式如下：



碳酸鈣 醋酸 醋酸鈣 二氧化碳 水

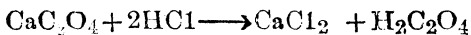
醋酸鈣易溶於水，故鐘乳體遇醋酸遂漸次消瘦，而終溶化而不可見矣。

III 葉內有鐘乳體之植物，非獨印度膠樹，桑，無花果數種已也。此外如朴樹，櫻樹，榕樹，黃葛，天仙果，菩提樹，錦荔枝(一名苦瓜)，爵牀，以及蕁麻科植物多有之。第鐘乳體之形狀，各不相同耳。

二 蓆酸結晶體

I 試以秋海棠之葉柄為材料，作極薄之橫斷面，置顯微鏡下觀察之。將見細胞內有單獨或聚合之結晶體，加少量之醋酸，則該體不呈何等之變化。

別作切片，加水鏡檢。注入鹽酸或硝酸，將見該體立即溶解，且不發生泡沫，是該體非碳酸鈣之證也。其反應式如下：



蓆酸鈣 鹽酸 氯化鈣 蓆酸

植物化學家積衆多之實驗，知此爲蓆酸石灰之結晶 (crystal of calcium oxalate) (CaC_2O_4) 也。

次取櫻枝作橫斷薄片，置於顯微鏡下檢之。當見皮層內方之細胞，有衆多之多角形體，是亦蓆酸鈣之結晶也。

II 將芋或蜘蛛抱蛋之葉柄，作橫斷或縱斷面，加水，以顯微鏡檢之。則見細胞內有衆多如針之體，加試藥察其反應，知亦爲蓆酸鈣之結體，稱爲針狀結晶束。

III 含蓆酸鈣之植物，匪特上述數種已也，百合科，石蒜科，鴨跖草科，鳶尾科，薔薇科，睡蓮科，山茶科等植物大都有之。尤如石蒜之蓆酸鈣結晶，多在花莖之乳汁內，厥狀如針，棣棠（薔薇科）則在硬皮細胞內，厥狀如星。

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

種子之構造(THE STRUCTURE OF SEEDS)

主要目的 檢出種子諸部分的構造，尤須檢出其與幼植物之關係。

器具 (1)放大鏡；(2)解剖器；(3)玻杯。

材料 種子中之品種，以大者爲佳。例如蠶豆，豌豆，草麻子，棉子，柿之種子等——其中有爲乾者，有浸於水中二十四小時者，有已開始發芽者。

I 作數圖，將每種種子之形狀，特點，構造等表而出之(即外形圖)。從浸濕種子，除去其種皮(spermoderm)，并須細心分開各部之構造；然後作數圖，表明其構造及其彼此間之連接處，附以下列諸部分之名稱：(1) 種子臍(hilum)(即種子對於其支持連接處之尖端的小點·)；(2)珠孔(micropyle)

(爲花粉管入胚珠之細孔·)；(3)胚胎(embryo)(種皮裏之內容物幾全爲胚·)；(4)子葉(cotyledon)(蠶豆，豌豆等之子葉肥大而多肉，胚乳(endosperm)含於子葉實質內，稱爲無胚乳種子(exalbuminous seed)·若柿等之種子其子葉薄，而胚乳貯藏於胚之外圍，稱爲有胚乳種子(albuminous seed)·)；(5)胚軸(hypocotyl)(一名胚莖，爲着子葉之處，一名小尾·)；(6)幼芽(epicotyl or plumule)(一名胚芽，爲常在子葉腋內之芽·)；(7)幼根(radicle)(常在胚軸之下端·)

II 學者對於種子之各部的構造固應詳察；而其各部與幼植物之關係，尤應加以特別注意。

問題

1. 豆類植物其果實屬於何類？在一果實內通常有種子幾枚？果實內種子之排列如何？
2. 種子栽生的幼植物之何部爲胚軸發育而成？何以知之？
3. 植物之何部爲幼芽所發育而成，能言之歟？
4. 當胚胎發育而成爲成長之植物時，子葉之變化如何？
5. 胚胎之主要部分爲何？
6. 蠶豆之子葉與其他種植物之子葉相似點爲何？蠶豆之子葉與豌豆或其他各種植物之子葉，其不同之點爲何？
7. 蠶豆之胚軸與其他種子之相似點爲何？其不同之點爲何？
8. 蠶豆之幼芽與其他種子之幼芽相似之點爲何？其不同之點爲何？
9. 胚胎之結構或各部之位置，能言其將來發育爲植物之何種器官乎？
10. 蠶豆(或其他種植物)之各個種子，彼此有何不同之處？

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

玉蜀黍之粒實 (註一) (THE CORN GRAIN)

主要目的 以玉蜀黍之粒實爲例，檢出粒實與種子之區別。

器具 (1)解剖刀；(2)鑷子；(3)針；(4)擴大鏡。

材料 (1)玉蜀黍之全穗，即其上有粒實者，在可能範圍，以新鮮者爲佳；(2)玉蜀黍浸於水中二十四小時以上者。

I 種子之構造，學者當能明其大概，而粒實與種子區別如何，學者誠不能不加以實驗也。

II 觀察玉蜀黍穗上粒實之排列狀況，徐將穗上之粒實摘下，檢驗絲與粒實之連接處。取數粒實，從其縱面或橫面以擴大鏡檢查其構造。就粒實之外部形態寫生，須表明絲之附着處，胚之位置(在皮殼內)，及其與穀穗上之連接點。經其中部作縱剖，繪一縱剖面圖，表明胚胎，胚軸(指向連接處)，幼芽(指向花柱)，單子葉(single cotyledon)及胚乳(幾充滿於粒實內部，而圍繞胚胎。)更作橫剖，繪其形，而表明其相當之部分。

問題

1. 每個粒實是否與全子房相當？
2. 在豆類植物，何部與玉蜀黍之粒實相當？
3. 在穀類植物之何部與一豆相當？
4. 穀粒之胚軸與豆之相似點爲何，其不同之點爲何？
5. 以上兩種植物之幼芽其相似點爲何？其不同之點爲何？
6. 以上兩種植物子葉之相似點爲何？其不同之點爲何？
7. 在玉蜀黍之粒實的所有部分，何者爲蠶豆種子之所無？
8. 蠶豆之種子所有部分，何者爲玉蜀黍粒實之所無？

生 物 學 實 驗

9. 何故農民對於豆與穀粒統稱為種子？
- 10 穀粒與豆之區別，能言之歟？
- 11 除玉蜀黍產生粒實外，何種植物亦產生粒實乎？
- 12 關於玉蜀黍不同之品種，學者試就所知者以對？

(註一) 玉蜀黍之粒實，俗稱玉米粒。粒實一名穀粒，又名子粒，亦名種實。玉蜀黍及其他禾本科植物，如小麥，稻等之粒實，其種殼與子房膜完全合生而不分離。故就其構造言之，實為果實，而非種子。然農民則往往以種子稱之。粒實雖非種子，而其形狀則與之相似，且散布及萌發時，其功用亦與之相同。

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

種子發芽與水分之關係 (THE RELATION OF WATER TO THE SPROUTING OF SEEDS)

主要目的 究研種子發芽與水分之關係。

器具 試管。

用品 (1)藍或白色之吸墨紙；(2)清水。

材料 豆之種子。

I 用吸墨紙捲成圓柱狀中空紙圈，以之插入各試管中，使紙圈外面靠近試管之內壁。紙圈距離試管底部約留八分，距離管口之邊緣約一分半乃至二分。以完整之豆置於紙圈與玻壁之間，距紙圈之上緣約八分。以三管為一組，名其管曰甲，乙，丙。

II 於甲管內不注水；於乙管內充分注水，保留水之平面超出紙圈之下緣，但不能使之高於種子之位置；於丙管內滿盛以水，使其達於管之頂端。

將裝置妥善之試管，同置於溫暖適宜之處，每日觀察其結果。

Ⅲ 每隔兩日或三日之間，就觀察所得者報告一次，或照下表填寫亦可。

日期	甲管情形	乙管情形	丙管情形

結論 就實驗結果，試言種子之發芽與水分之關。

問題

1. 在此種實驗中，甲，乙及丙諸管，各有何用，試分別言之？
2. 以上實驗在光線相同之處，何故發生之結果反為不同？

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

種子發芽與空氣之關係 (THE RELATION OF AIR TO THE SPROUTING OF SEEDS)

主要目的 究研種子萌芽與空氣之關係。

器具 (1)小試管(口徑約13mm者。);(2)大試管。

用品 (1)吸墨紙或棉花;(2)小試管用之緊實軟木塞;(3)清水。

材料 浸於水二十四小時之豆。

I 置吸墨紙一張浸於水中，捲入小試管內；以許多浸過的豆滿貯於試管中；而以塞緊蓋管口。將浸於水中之吸墨紙圈置於大試管中，裝

生 物 學 實 驗

之豆於其內；豆之數目與置於小管內之者相同。更令管口張開，將二管併置於同一溫度，光線之處。務使大試管中之吸墨紙濕潤，或置濕棉花於大試管之底，蓋為補救水分之散失，至於水分之散失，係由蒸發作用所致。

Ⅱ 四五日後，注意兩管中之情形，并作一報告。

種子發芽於空氣中		種子發芽不接觸空氣	
發芽種子的數目	芽之平均長度	發芽種子的數目	芽之平均長度

結論 就實驗結果，試言種子之發芽與空氣之關係。

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

種子發芽與溫度之關係 (THE RELATION OF TEMPERATURE TO THE GERMINATION OF SEEDS)

主要目的 研究種子發芽與溫度之關係。

器具 (1)試管(其裝置與試驗種子發芽與水分之關係者相同)；(2)溫度表；(3)冰箱；(4)火爐。

用品 (1)吸墨紙；(2)清水。

材料 豆類種子浸於水中二十四小時。

Ⅰ 裝置吸墨紙圈於一試管中，於紙與試管玻璃壁之間，放入六枚種子。共作數管，分記諸管為甲，乙，丙等。置每管於溫度十分穩定之處。但每管所置之處，其外界溫度各各不同。例如一置於冰箱中；一置於冷地窖內；一

置尋常室內溫度之處；一置於火爐或熱器之旁等是。各管所置之處，其溫度相差為華氏溫度表之五度。隨時記載其溫度。不同之組，各有其不同之溫度。但每組原定之溫度，須保持之不使變動。

II 二三日後，記載溫度及每組中種子之情況。

種子之一組	溫度	第三日	第四日	第五日	第六日
甲.....					
乙.....					
丙.....					
丁.....					
戊.....					

結論 由各組實驗結果，溫度對於種子發芽之影響如何，學者能言之歟？

問題

- 何以將種子置於極冷之地試驗之？何以將種子置於極熱之地試驗之？
- 各組實驗之結果各有不同，何故與參差之濕度無關？
- 各組實驗之結果各有不同，何故與參差之光線及空氣無關？

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

種子發芽與養料供給之關係(RELATION OF FOOD SUPPLY IN SEED TO SPROUTING)

主要目的 證明含於子葉之內部，或貯於胚胎之外圍的物質為種子發芽形

驗 實 學 物 生

成小植物時，所必需之養料。

器具 (1)試管；(2)鑷子；(3)解剖剪；(4)解剖刀。

用品 (1)吸墨紙；(2)清水。

材料 各種浸濕的種子。

I 捲吸墨紙成一圈，置於試管中，如前次試驗種子發芽之裝置。試管中裝水一半，置浸濕種子於試管壁與吸墨紙之間，使位於吸墨紙圈上方邊緣(參看第13'7頁)。一二日後，種子似有發芽之狀，俟芽露後，從一個種子剪去其子葉之一；更從其他種子剪盡去其所有子葉；又留一種子完全不動，均復置於試管中，使其在適於幼小植物發育的情形之下。

II 逐日察視其發芽情形，並記載各種種子及幼小植物之參差情形。在十天後可總論其結果。

結論 由此種實驗結果學者能斷定子葉及胚胎何者對於幼小植物發育能供給養料？

問題

吾人所得之參差結果，所以鮮受空氣或濕度之影響，學者能說明之歟？

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

種子栽生的幼植物之構造 (THE STRUCTURE OF SEEDLINGS)

主要目的 探究由種子發育而成的幼植物之諸部。

器具 (1)玻杯(如側面垂直之玻杯)；(2)鑷子；(3)擴大鏡。

用品 (1)吸墨紙；(2)清水；(3)木屑或砂。

材料 以蠶豆，豌豆，南瓜，落花生，玉蜀黍，紅蘿蔔等不同種植物的種子為材料。

I 將吸墨紙圈分置於各玻璃杯中，使種子中之某一類置於離紙圈上邊約八分之處，排成一行；紙圈內邊裝滿濕砂或濕木屑。為節省時間起見，所用種子可先浸之水中約二十四小時。乃將諸玻璃杯同置於適宜發芽之處。

II 二三日後，考察種子栽生幼植物之發育；每日須將各種子發芽之狀態，陸續繪成圖畫，俟其參差部分均已出現，而學者亦明瞭時為止。

每圖各須加以註解，藉以表示其諸部與整個植物之諸部相符。

問題

1. 試將種子栽生的幼植物與前曾試驗之完全植物比較，在幼植物能尋出之某一部，而在完全植物亦有存在者為何？
2. 種子栽生的幼植物與完全植物其不符合之點為何？
3. 學者在完全植物中能尋出之部，而在種子栽生的幼植物不能尋者為何？

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

果實及種子之傳播(FRUITS AND SEED DISPERSAL)

器具 梯。

材料 羅致園圃，森林，沼澤，路旁等處之植物的各種果實及各樣種子。

I 取各種果實，逐一詳視其構造，并細察其保護種子之方法。關於果實如何幫助傳播種子，尤須注意。

II 以梯斜靠室外之壁，握取各樣種子，然後登梯。在梯上之高處，將種子逐粒拋於空中。觀察種子中孰能為氣流所傳播。

生 物 學 實 驗

Ⅲ 就上述實驗所見，及平常所知者，在可能範圍內，填寫下列兩表。

果實如何保護種子	第一例	第二例	第三例	第四例	第五例

果實如何幫助傳播種子	第一例	第二例	第三例	第四例	第五例

動 物 的 生 殖

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

動物的生殖(REPRODUCTION OF ANIMALS)

主要目的 檢察動物生殖之情形及生殖細胞(sex-cells)之狀態。

器具 (1)擴大鏡；(2)顯微鏡；(3)解剖顯微鏡；(4)吸管；(5)凹窩載物玻片；(6)蓋物玻片；(7)解剖器；(8)玻盤。

材料 (1)飼於水族器內之生活水螅；(2)海膽；(3)蚯蚓；(4)家蠶；(5)蛙；(6)鷄卵。

I 供實驗之水螅，可保留而飼養於實驗室中之水族器內，給以充分的水蚤及浮游生物等食料。觀察水螅之生殖情形。水螅之生殖法有無性生殖 (asexual reproduction) 及兩性生殖 (gametogenesis) (註一) 二種。無性生殖之芽生法 (budding)，其初不過在體壁之一部，生出凸起，厥後始形成小水螅，而與母體分離。注意其發生之情形。水螅行兩性生殖，則生精巢 (亦名舉丸) 與卵巢。若置水螅於凹窩載物玻片之凹窩內，覆以蓋物玻片，而以顯微鏡檢之，則其成熟精巢內之精子 (spermia or spermatozoa) 的活潑運動，可以窺見，并繪其形。水螅之受精作用 (fertilization) 在水族器內行之。

II 近海地方而易得海膽之處，則海膽受精現象之觀察，不難舉行。實習時期以春季及夏初為宜。

III 從蚯蚓之雄精貯蓄胞 (sperm reservoirs)，採取其精子，鏡檢之，而繪其形。

IV 羅致家蠶，觀察母蛾之產卵 (eggs) 狀況，并繪其卵之形態。計算每一母蛾產卵之數目。

V 春季從雄蛙之貯囊 (seminal vesicle)，取其精子，鏡檢之，考察其生活狀態。蛙之精子可製為染色的保存標本，其法可參照血細胞保存胞標本製作法 (第34至35頁) (其需用之器具及一切用品亦可同時參照之)。若備有

生 物 學 實 驗

他種動物精子之染色的保存標本，則可一一鏡檢之。

IV 蛙與兔卵巢之切片標本，應作試驗。雞卵簡單之研究，亦必須爲之。

(註一) 兩性生殖爲有性生殖 (sexual reproduction) 之一種。

實驗次數..... 時期..... 地點..... 姓名.....

動物之發生及生命史 (ANIMAL DEVELOPMENT AND LIFE HISTORIES)

主要目的 研究動物發生之順序，及其生命史。

器具 (1)昆蟲飼養器；(2)大玻璃瓶；(3)大而淺之盛水器；(4)闊口玻璃盆；(5)孵卵器；(6)寒暑表。

用品 (1)菜葉及桑葉；(2)濕馬糞；(3)薄紗；(4)牛肉。

材料 (1)生活之蝶，家蠶，家蠅；(2)蛙之卵塊；(3)鷄卵；(4)鷄卵發生的保存標本。

I 蝶與家蠶之生命史，在實驗室中極易研究，且可獲極大之效益。白粉蝶之生命史之研究法，可參看第62頁至63頁。家蠶之卵，在我國各地均易得之。試用人工孵化少數之蠶卵，繼續飼以桑葉。試就其自卵孵出之幼虫直至成蛾爲止，中間所經之情形，加以詳細之記載。并就卵，幼虫，蛹，成虫寫生。

II 在可能範圍，家蠅之生命史，須實地研究，蓋此與經濟及衛生問題大有關係故也。但家蠅雖爲普通之有害動物，然採取其卵，則不甚易。其較善之法，可於夏季家蠅繁殖季節之初期，採捕多數之家蠅，置於貯有濕馬糞之大玻璃瓶中，以飼養之。瓶口須蔽以精細之薄紗。若欲搜集其卵及其生活之

幼虫，可於糞物中得之。試就卵，幼虫，蛹，及成虫寫生。自母蠅產卵以迄其子變為成虫，需歷若干，諸生能言之乎？

Ⅲ 從池沼中採集蛙之卵塊，注意其卵之顏色與構造，及其外被的膠質物。摹繪其形，以卵塊投入大而淺之盛水器中，并須準備多數之闊口玻璃盤，以備應用。若實驗室設有自來水及磁漕者，則可用其他方法，即置卵塊於實驗室清潔之磁漕中，用薄紗將出水之管口閉塞，使水徐徐流出。惟磁漕被用過久，對於其他工作，當不甚便耳。用上述兩法，皆可續期觀察蛙之發育次序。試從蛙卵以迄成蛙，所經各期中，其形態上之變化，經過之時日，生活之狀況，及其與環境之關係，作一詳細之報告。又幼小之蝌蚪 (tadpoles)，最先宜飼以植物，其後宜飼以肉類。欲其發育迅速，可日飼以新鮮之牛肉。其法可將牛肉縛於線上，線端繫一重物，使沈於水底，線之他端懸於器傍，則蝌蚪易於捕食。器中之水不潔時，應更換清水。

Ⅳ 實驗室中如備有孵卵器，則鷄之發育的研究，可着手為之。惟前期發生之標本，不易製作，故可購鷄卵發生的保存標本，而以顯微鏡窺視其發育所經之各期，及其組織之狀況。

Ⅴ 學校附近之醫院或醫校，如藏有胎兒標本，則教師可率領學生前赴參觀。

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

動物與溫度及濕度之關係 (RELATION OF TEMPERATURE AND HUMIDITY TO ANIMALS)

主要目的 探究動物之發生與溫度及濕度之關係。

生 物 學 實 驗

器具用品 (1)寒暑表及濕度計；(2)催青器具及用品；(3)冷藏器。

材料 家蠶卵。

I 研究動物之發生，與溫度及濕度之關係，以家蠶為最適之材料。蠶蟻（註一）發生之遲早，視催青溫度之高低為標準，高溫則速，低溫則遲。溫度不得其宜，則蠶兒即變其化性，或竟不發生。凡蠶種藏於 10°C 以下者，大率用 15°C - 16°C 之溫度催青，則預定收蟻日期為兩週。試作此種試驗，並論蠶蟻之發生與溫度之關係。再在夏天炎熱之日，以藏冷器貯蠶卵，是否能使蠶卵孵化？

II 催青期中，在室內若用人工加溫，則空氣乾燥，故宜用適當之濕度以調節之，即七十五度上下是也。夫蠶蟻之發生，既須適當之溫度，復須適當之濕度者，其理安在，諸生能言之歟？

（註一）從蠶卵初孵出之幼虫，厥狀如蟻，故名蠶蟻。

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

動物與光線之關係(RELATION OF LIGHT TO ANIMALS)

主要目的 探究動物體之色素及其視覺器官之關係。

器具 玻缸。

用品 (1)水；(2)黑紙。

材料 生活之金婆魚（註一）及鼯鼠。

I 從池沼中撈取金婆魚數尾，隨即記載其體上之色彩。乃養之於盛水之玻缸中，置於光處，投入水藻，飼以水蚤或孑孓。數日後，觀察其美麗的

色彩，有無變化，而作一記錄。移置之於溫度同一之暗處，更於玻璃中之四圍，包以黑紙，飼以同一之飼料。歷兩週間，察觀其體上色彩有無變色？若見其體色發生變化，則須作一記錄，并說明體色所以發生變化之原因。

II 取生活之鰕鼠，觀察其兩眼。諸生能言其視覺器官退化之理乎？

(註一) 金婆魚為我國各地池沿中極普通之一種小魚，其學名有 *Macropodus opercularis* (Linnaeus)。此種小魚抵抗環境之力甚強，為研究環境學上極佳之材料。羅致此種材料時，宜同時搜集水蚤或孑孓，以為其飼料。若無此項飼料，則宜以切碎之煮熟稻米代之。并宜採集水藻少許，投入飼養此魚之缸中。

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

互棲與寄生(SYMBIOSIS AND PARASITISM)

主要目的 研究互棲與寄生之現象，及寄生蟲之特點。

器具 (1)顯微鏡；(2)解剖顯微鏡；(3)載物玻片；(4)蓋物玻片；(5)解剖器；(6)解剖盤；(7)白；(8)試管。

用品 (1)潔淨之砂；(2)鹼性胰臟浸出液(參看第101頁)；(3)煮沸凝固之鵝蛋白。

材料 (1)綠水螅；(2)寄居蟹(hermit crab)在貝殼內而為海葵所隱蓋之浸製標本；(3)寄生於牛，羊，或豕之絛蟲(可從屠場，或屠戶購取其新鮮者)；(4)絛蟲節片之染色保存標本；(5)蛔蟲(可從屠場或屠戶購得之)。

I 以綠水螅置顯微鏡下而檢察之，則內胚葉細胞之綠細胞可窺見焉。是為互棲之一例。

II 寄居蟹在貝殼內，而為海葵所隱蓋之浸製標本，可就學校所貯藏者詳細觀察之，并給一圖。如乏該項標本，則可赴附近博物院內閱之。

生 物 學 實 驗

Ⅲ 取新鮮全形之條蟲，而檢察之，嚴守清潔，注意其頭，頸之形狀及軀幹之各節片之狀態。描畫其全形，示頭，頸及軀幹之所在。復比較成熟及不成熟之節片，有何不同之點。

以條蟲節片的染色保存標本，置解剖顯微鏡及顯微鏡下窺之，詳察下列諸點；(1)各節片構造的異同；(2)神經系統分布狀況；(3)消化器官有無具備；(4)排泄器官之分佈狀況；(5)生殖器官發達之狀況。并就所見者作圖。

Ⅳ 以蛔蟲一二條，置於臼中，混以潔淨之砂，搗碎之，然後濾過。以此濾液置試管中，加入鹼性胰臟浸出液，並加煮沸凝固之鷄蛋白一小塊，然後置於溫暖之處。久之，檢視蛋白，將見其不為消化液所消化，試言其故？

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

植物之病原菌(PLANT DISEASE FUNGI)

主要目的 研究植物病原菌之形狀，孢子發芽之狀態，及被害植物之病徵。

器具 (1)剪刀；(2)針；(3)鑷子；(4)載物玻片；(5)蓋物玻片；(6)凹窩載物玻片；(7)懸滴培養玻環；(8)顯微鏡。

用品 (1)蒸溜水；(2)氫氧化鉀液；(3)甘油；(4)凡士林。

材料 (1)腐白粉病的桑葉；(2)罹煤病的柑橘；(3)大麥黑痘病菌 (*Ustilago hordei*) 或小麥裸黑痘病，(*Ustilago tritici*)之任何一種(可從大小麥之黑痘病穗上得之)。(以上各種材料，如乏新鮮之標本，或不能同時兼得，則可用貯藏標本以代之。)

植物之病原菌，概屬於藻菌植物之菌類 (Fungi)。種類雖多，惟其中不乏難得之材料。今為便利容易獲得實驗材料起見，故僅舉其普通者以為例。

一 桑葉白粉病

在六七月間，於桑之葉裏，如發見其有白色粉狀物，即以針刮取白粉少許，置載物玻片上，再加蓋物玻片，用顯微鏡窺之。試就所見者繪一圖，附以菌絲(hyphae)分生子柄(conidiophore)分生孢子(conidia)等名稱(分生胞生於分生子柄上，而分生子柄生於菌絲之上)。至八九月間，則昔之白色部，處處生有黑色或赭色小粒。復以針刮取數粒，置載物玻片之上蒸溜水中，輕覆以蓋物玻片，以顯微鏡檢之，放大約七八十倍，即可窺見子囊殼(perithecia)及其附屬物之形狀。試就所見者繪一圖。復以針輕壓蓋物玻片，則囊破碎而子囊外出。更可詳視其子囊(ascus)及子囊孢子(ascospore)之形狀。同時須就所見者繪一圖。

二 柑橘之煤病菌

罹煤病之柑橘類植物，枝葉與果實，表面生煤狀之斑點。取其屑狀之黑皮少許，置載物玻片上，滴以氫氟化鉀液，再加甘油一小滴，覆以蓋物玻片。用顯微鏡窺察之，即可詳視其各式之生殖器官。

三 麥類黑疸病菌

I 黑穗散出之黑粉，即病原菌的孢子。以針尖挑取孢子少許，置載物玻片上，加蒸溜水一滴，覆以蓋物玻片，置顯微鏡下窺之。繪一孢子圖。

II 欲觀察孢子發芽之狀態，可作懸滴培養(hanging-drop culture)，即以蒸溜水一小滴，落於蓋物玻片之中央，復以針尖挑取孢子少許，納入水滴中。另用凹窩載物玻片一塊，於凹窩周圍加一懸滴培養玻環，並於環之上下緣，塗以凡士林。然後以鑷子挾蓋物玻片，迅速翻轉合於玻環之上緣。或不用玻環，而以凡士林塗於凹窩之周圍。如上法將蓋物玻片翻轉覆於凹窩之上，使水滴適位於凹窩之中央亦可。依如斯手續，在某時間後，即可檢查其發芽之狀況，可再作一圖。

生 物 學 實 驗

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

細菌(BACTERIA)

主要目的 探求細菌之分布狀況，繁殖情形；以及如何能使其消滅。

器具及用品 (1)盛有洋菜培養基之試管(參看第46頁)；(2)盛有肉汁培養基之試管(參看第45頁)；(3)盛有肉汁或牛乳培養基之佩立氏玻盒(參看第45頁及417頁)；(4)鉛絲籠；(5)白金針；(6)攝子；(7)顯微鏡；(8)載物玻片；(9)蓋物玻片；(10)冰箱；(11)寒暑表；(12)殺菌器；(13)時錶；(14)石炭酸；(15)蟻醛液；(16)殺菌劑或防腐劑。(細菌實驗時所需之器物甚多，可參看第43頁。)

材料 (1)以室中，街中，唾液內，手巾上，家蠅足上之細菌，以及混於塵埃等處之細菌為主要之研究材料；(2)各種細菌的染色保存標本(此項標本製作法，可參看第50頁。)

I 取盛有洋菜培養基之試管，拔去其棉栓，置於教室中，使歷一夜；迅以棉栓經火焰上，即塞試管口，如上法，暴露其他試管於街中。又從門頂上取塵埃少許，放入另一試管中。其另一試管則吐入唾液；又在另一試管內，以日用手巾之一角，觸於洋菜培養基之面。復取各種不同之試驗品，分別觸於各試管內之洋菜培養基。例如使一家蠅行於一管內之洋菜培養基面是也。以上各試管，一一塞以棉栓。將諸試管同置於溫暖之室內，或置於 35°C - 37°C 之處，經兩三日即得。觀細菌在試管中滋生之情形，於各試管內挑取細菌，分別以高倍顯微鏡檢視之。試就曾暴露於各處及接觸於各物之試管的試驗結果，作一報告。

處	理						

II 取數多盛有洋菜培養基或肉汁培養基之試管。就其中一部分，去其

棉栓，約數小時，即以棉栓蔽塞管口。其一置於低溫（即在冰箱），其他則分置於溫度不同之處，如室溫，體溫及高溫等處是也。以不拔栓諸組，分別置於室溫或較暖之處。三日後，比較各組之情形。

另取數多盛有肉汁或牛乳培養基之佩立氏玻盒，暴露於空氣中，凡數小時。以一部分之佩立氏玻盒，置於殺菌器中，熱至 65°C，凡歷十分鐘。其他一部分之佩立氏玻盒，或加入石炭酸數滴，或加入適量之蟻醛液，或加入適量之殺菌劑或防腐劑。更以一部分之佩立氏玻盒，或置於日光中，或置於暗處，或置於適合細菌滋生之地。三日後，注意其結果。

對於曾置溫度及光線不同之處的試管或佩立氏玻盒，就其實驗所得者，作一報告。

處	理							

就所見者，作一報告，填寫之於下表的空白處。

處	理	熱至 65°C	石炭酸	蟻醛液		

III 以顯微鏡觀察各種細菌的染色保存標本，摹繪其形狀，并附細菌之名稱。

結論 就實驗結果所得，試言適宜於細菌存在之處，與適宜於細菌生繁殖之必需情形，以及消滅細菌之方法。

問題

1. 有益細菌與有害細菌，能區別之歟？
2. 何種情形適宜於細菌之滋生，又適宜於細菌滋生之情形與適宜於

生 物 學 實 驗

他種細胞(例如筋肉細胞或神經細胞)滋生之情形，有何不同之點？

3. 何種細菌能耐熱而不能耐冷？何種細菌能耐冷而不能耐熱？
4. 吾人欲使細菌消滅，若不用殺菌劑或防腐劑則應置之於何種情形之下？
5. 何以乾食物(或其他物品)能防止細菌？
6. 能保存食物之方法有幾？

(附註) 本課須參考細菌之培養與接種及保存標本之製作法(第43頁至51頁)。

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

黴菌(MOLD)

主要目的 檢察黴菌之構造及生命史。

器具 (1)磁碟；(2)玻片或玻碟；(3)擴大鏡；(4)鑷子；(5)載物玻片；(6)蓋物玻片；(7)顯微鏡。

用品 (1)濾紙或吸墨紙；(2)清水。

材料 麵包一塊(用香蕉或其他果實一小塊亦可)。

I 欲探究黴菌之構造及其生命史，當依下述之手續。以麵包或果實一塊，置於磁碟中之濕紙上，以玻片或玻碟蓋之，並使其濕潤。若麵包或果實屬於新鮮，則可使之暴露於空氣中一日，再置於潮濕之處。歷兩三後，則黴菌行將見生長。其始用肉眼觀察之，則其狀如極纖細之棉絮，繼用擴大鏡檢查。更以鑷子採取黴菌少許，置載物玻片上，加水，覆以蓋物玻片，置於顯微鏡下，觀察其構造。再過數日，則有數多之細點出現；此細點將即增其體積

，而變爲黑色，蓋彼在孢子時期矣。以顯微鏡窺察各種不同時期。

II 將構成植物體之菌絲，作一圖畫。直立之菌絲恒帶有孢子。在黑孢子時期，可繪孢子一羣。此孢子爲黴菌之生殖細胞。查驗麪包或果實而窺其彰明之變化，或由嗅覺以辨其變化。

問題

1. 黴菌何故不能生長於乾燥之處？
2. 黴菌之實驗的重要爲何？（註一）
3. 在那種情形之下，黴菌對於其他生物爲有利？
4. 如何方可防止黴菌之發生？

（註一） 黴菌雖爲人所不喜，且可使人生病，但有時確爲無毒。

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

土馬騾 (POLYTRICHUM)

主要目的 研究土馬騾之構造。

器具 (1) 擴大鏡；(2) 顯微鏡；(3) 載物玻片；(4) 蓋物玻片；(5) 解剖器。

材料 (1) 羅致多數整株的土馬騾，以各部無缺者爲合，並須羅致雌株及雄株；(2) 土馬騾藏精器 (antheridia) 及藏卵器 (archegonia) 之縱斷切片保存標本。

I 取土馬騾之全體，仔細檢視，卽見其具莖、葉，及假根 (rhizoid) 三部，描畫其全株，示上述三部之名稱。

II 在土馬騾莖之上部，挺出長柄，其頂端有橢圓形小體，名曰子囊體 (porogonium)。詳察此子囊體，割取其一，而鏡檢之，則見子囊體上被淡褐色之蘚帽 (caelytra)。取除之有蘚蓋 (oherculum)。今去此蓋，窺察其內部

生 物 學 實 驗

，則子囊之口，有多數之蘚齒 (peristome) 。繪一土馬騾子囊體之廓大圖，並示蘚蓋，蘚齒及蘚柄等名稱。

Ⅲ 土馬騾之株有雌雄之別。雄株生藏精器，而發生有二鞭毛之精子 (antserdzoids) 。雌株生藏卵器，其中卵球 (oosphere) 受精之後，發達而為子囊，於其中作孢子。試索土馬騾之雌株雄雌，分檢其生殖體。復取土馬騾藏精器及藏卵器之縱斷切片保存標本，置顯微鏡下窺之，摹繪兩圖。

問題

1. 諸生曾於何地發現土馬騾乎？
2. 諸生曾見土馬騾開花否？

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

羊 齒 (FERNS)

主要目的 研究羊齒植物之構造。

器具 (1)手搖大鏡；(2)顯微鏡；(3)載物玻片；(4)蓋物玻片，(5)解剖針。

材料 (1)各種發育不同之羊齒(註一)；著生子囊羣(sorus)(註二)之羊齒(註三)；(2)羊齒根莖(rhizome)之橫斷染色切片保存標本。

Ⅰ 將羅致之羊齒植物，取其全株，觀察其全體。試就各部分之構造而述之。并繪一羊齒全部圖，附以葉，根莖，根，及子囊羣等之名稱。

Ⅱ 取葉之發育狀態不同之羊齒，仔細研究。用手擴大鏡檢察一種羊齒葉下面所附着之子囊羣。注意其位置及構造。就葉之相異部分，比較子囊羣之狀態，更就種類不同之羊齒，而以其子囊羣之狀態，一一比較之。

Ⅲ 就倒桂草草之子囊羣，作一廓大圖。鏡檢子囊羣，則知其表面有一

薄膜，謂之苞被(indusium)。苞被之下，有衆多之褐色體。今若以解剖針端挑取其一，置載物玻片上，於顯微鏡下窺之，則見其爲囊狀。此囊即孢子囊(sporangium)。有長柄，並有褐色之帶縱圍之，名曰環帶(annulus)。描畫孢子囊之側面，背面及腹面之廓大圖，示環帶之所在。

IV 孢子囊內有數多之孢子，取其成熟之孢子，置顯微鏡窺之，描繪其形狀。

V 取羊齒根莖之橫斷染色切片保存標本，以顯微鏡窺察之，描畫其組織，並示上皮，維管束，基本柔組織，厚膜組織等之名稱。

問題

1. 羊齒於何處繁殖最多，能就所知者而述之乎？
2. 諸生曾見羊齒開花否？
3. 目前所檢驗之羊齒，有若干種？
4. 根莖者，爲根歟，抑爲莖歟，其理由如何？
5. 因根莖橫斷面之所見，而可斷定羊齒類之根莖的組織與種子之莖的何類相似。

附錄 羊齒之孢子囊當孢子成熟，則囊膜破裂，而使孢子飛散。孢子落而萌發，非即成新羊齒，而爲扁平綠色之小體，謂之扁平體(prothallum)。其裏面有藏精器及藏卵器。卵球由精子使之受胎，乃漸發芽。且體之諸部種種變形。生根着葉，而後爲羊齒體。故扁平體爲有性世代(sexual generation)，羊齒體爲無性世代(asexual generation)。同一植物，時爲無性生殖，時爲有性生殖，互相更迭者，謂之世代交迭(alternation of generation)。上述之士馬騾亦有有性無性兩世代，而常爲世代交迭者也。

(註一)羊齒種類之選擇，須加以注意。倒桂草有苞被，故凡與之相類者，宜羅致之，并須

生 物 學 實 驗

羅致其整株者。各種發育不同之材料中，對於葉之着生成熟孢子者，尤宜準備。若學校設有溫室，則多數之材料，供給甚便。

(註二) 羊齒之生殖體，附着於葉下面(即葉背)而羣生，即所謂子囊羣也。

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

馬尾松 (THE CHINESE HARD PINE)

主要目的 研究馬尾松之形態。

器具 (1)尺；(2)斷枝剪；(3)小刀；(4)擴大鏡。

材料 馬尾松(註一)。

I 就野生之馬尾松觀測下列諸點：(1)樹形及其高度；(2)樹皮的顏色及其裂塊之形狀；(3)每一束之針葉 (acrose) 的數目及其長度；(4)葉之顏色及其形狀；(5)毬果 (cone) (註二) 之顏色，形狀及長度。既畢，須一一記載之。

II 從馬尾松剪取帶葉及毬果之枝，摹繪其形狀。次摘取已熟之毬果，視察其相疊之鱗片，試量鱗片之長度并記錄之。檢探毬果內之種子，注意種子所具薄片之翅，此翅有何功用，學者能言之歟？

(註一) 在昔學者於我國北方所產之馬尾松(一名赤松)與日本黑松之區別，未深研究，往往混視為一種者，蓋有年矣。自輒近經數多植物分類學家之審定，知北方所產的馬尾松之學名為 *Pinus tabulaeformis* Carr.，絕非黑松可以相混。吾人十餘年之懷疑，當可渙然冰釋，而馬尾松為吾國特產，從可知矣。蓋我國二葉松中，以北方的馬尾松及南方的馬尾松 (*Pinus massoniana* Lamb.) 二種為最著。北方馬尾松主產於黃河流域及西部各省之山中。茲先述吾人及中外植物學者實查之北方馬尾松產地於下：在河北省境，故都內外各寺院墳墓間多植此樹。北山，西山一帶之名

馬 尾 松 變 形 蟲

露盤古墓，尤爲衆多。東西陵地人造森林，鬱蒼可愛，馬尾松實爲其主木。又宣化之海坨松坡并有此樹之純林，其爲北地普通之松樹，灼然無疑義矣。此外如遼寧鴨綠江上游，山東半島，山西境內之山野古墓。河南之伏牛山脈，并見有自生或栽培之馬尾松。由是而西，沿秦嶺迄甘肅西南之南洮河流域，靡不有是樹之跡蹤。四川西部，多此樹之天然林。總之，北方馬尾松好生於山地，與適於海岸之黑松性質迥異。又其分布區域較南方馬尾松爲寒冷，故揚子江下游諸省即不多見。次述南方馬尾松之產地，舉凡魯南，江，皖，贛，閩，豫南，兩湖，兩粵，以及川，滇諸省之山麓山腰，此樹頗屬常見。有時散生，有時羣生。至於詩，書，爾雅所謂之松，過半係馬尾松，緣我國文明肇於汾河，渭河流域，而北方馬尾松實生其間故也。文明南漸，達乎江漢之區，其處松樹之形性，原與前者微異。然古人遇物，不深研求，見此亦惟謂之松而已矣。至若赤松一名，見於本草彙言，黑松一前名，見於說鈴，皆不能以之當日本原產之兩松。然彼邦本草學家。借我國古書之名以名其國產者，垂數十年矣。我國承學之士，爭盲從之，今欲正其名，轉覺不易，不如以北方馬尾松或赤松名 *Pinus tabulaeformis* Carr.，以南方馬尾松名 *P. massoniana* Lamb. 其名似較爲正順，且含有地方性，學者亦便於記憶也。

(註二) 北方馬尾松之毬果成熟後，可留枝上四五年乃至六七年。久居北平者，每見馬尾松枝頭毬果累累，多係數年前所遺留者也。

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

變形蟲(AMOEBA)

主要目的 探究變形蟲之構造及生理。

器具 (1)吸管；(2)載物玻片及凹高載物玻片；(3)蓋物玻片；(4)顯微鏡；(5)毛細玻璃管；(6)細玻璃棒；(7)玻璃杯。

用品 (1)醋酸；(2)中性的紅顏料；(3)粉末狀的 methyl green；(4)染有中性紅的紅細菌

(註一)。

生 物 學 實 驗

材料 (1)在培養器中之生活變形虫(參看第35頁變形虫培養法)；(2)，已染色之變形虫的保存標本(參看36至37頁)。

I 從培養變形虫之器中，用吸管吸取器中之水一滴，置載物玻片上，覆以蓋物玻片。以六百倍以上之顯微鏡窺之，若發見生活之變形虫(註二)，則須就所見者速繪一圖，俟數分鐘後，再繪一圖，試與前圖比較，觀其形狀有無變動。

II 詳視變形虫之體質，則知其形似玻璃，雖浸於水內，尙能保存其輪廓，此即化學成分複雜之原生質也。原生質分兩層，在外者曰外質(ectoplasm)，在內者曰內質(endoplasm)。試述兩者不同之點。次用最高倍顯微鏡觀之，將見內質中有兩種物體，頗堪注意，其一為小圓體，其形不變，是名曰核(註三)。核亦為原生質所成，但較其周圍之原生質——變形虫主體之原生質——稍有不同，即核之反照光線之力較強也。一為倏顯倏隱之伸縮胞(contractile vacuole)每次收縮，即迸出胞內之液體。有試驗之者，謂液中恒含尿酸，試思伸縮胞有何機能。

III 復詳視若干時，則知變形虫之變形，係原生質流動之結果。即其外質從一點突出一角，內質之原生質，漸流入其中，狀似潮湧，此凸出之部，名曰假足(pseudopodia)。全體原生質，常隨假足而達移動之目的。此種運動，名變形虫樣運動(amoeboid movement)。更詳察若干時，則知變形虫之運動目的，不僅在移動已也。水中苟有微細植物及其他各種有機分子，可供食料者，彼即以假足捕取之。尋沒之於內質，故其內質中多有微粒，微粒周圍，環以水膜，是名食料胞(food vacuole)。其一部或全部，漸為原生質所消化。其已消化者，顯見其與體質混和為一。其不消化者，則逐出體外。要之體面無論何處，均能攝取食料及排出糞塊。

變 形 蟲

另繪一變形虫圖將上述各部，如外質，內質，核，伸縮胞，假足，以及食料胞等名稱，一一附於圖側，同時鏡檢已染色之變形虫的保存標本，以資比較。

IV 以中性紅染細菌（註三）供變形虫之食料，詳察變形虫捕食有色細菌之情形。不久將見食料之內容物的顏色，由紅色變而為黃色。此種顏色之變化乃食料胞內容物始為酸性，後變為鹼性之表現。亦即為蛋白質與碳水化合物可以消化，而脂肪未能消化之證。

V 傾側毛細玻璃管之尖端於粉末狀之methyl. green 中，將此細末投入含有變形虫之水滴內。置顯微鏡下窺之，注視綠色染料逐漸擴散，直至發見其接觸變形虫為止。被刺激之部若本屬運動，亦即休止及收縮，假足則在他部伸出，而變形虫遂行離矣。復以細玻璃棒之尖端蘸取 1% 普通食鹽溶液，1% 蔗糖溶液，及介於 $\frac{1}{2}$ % 及 2% 之鹽酸溶液，使與變形虫接觸，觀察變形虫所受之影響，作一簡單之報告。

VI 試以一變形虫置於清水中，絕其食料，鏡檢之，則見其體漸小。若給充分之食料，則可見其體漸大，大過常度，則體漸長而中間生緊縊，核亦分而為二，體愈長而中間愈狹，終乃縊斷而為二體。試就變形虫分體之現象寫生。

（註一）用乾草少許以水煮沸之，約一分鐘。冷卻後，注入含生活細菌之水。然後加入少量之中性紅染料，則細菌自可被染為紅色。

（註二）初學者對於變形虫，頗不易辨認，故須細心觀察，若見有小虫而體明淨如玻璃，且形狀無一定者即是。

（註三）如欲其核易於觀察，可用 1% 醋酸一小滴，注入蓋物玻片下之水中。則變形虫不久即死。其核自易窺見。

生 物 學 實 驗

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

美眼蟲(EUGLENA)

主要目的 觀察美眼蟲之形態與運動；探究美眼蟲對於光線之反應。

器具 (1)顯微鏡；(2)載物玻片；(3)蓋物玻片；(4)吸管；(5)蓋玻玻璃。

用品 名片紙。

材料 含有美眼蟲(一名綠蟲)之池水或培養美眼蟲之水液(參看第35頁)。

I 以吸管攝取含有美眼蟲之池水(此蟲繁多時，池水常因而成綠色。)或培養美眼蟲水液少時，置載物玻片上，覆以蓋物玻片，以顯微鏡窺察。如發見美眼蟲，應繪一圖，附以鞭毛(flagellum)，眼點(eye spot)○貯器(reservoir)，紳縮胞，核，綠色體(green chromatophore)，澱粉粒(paramylum body)，等名稱。注意其體之大部含有葉綠素，細察美眼蟲之運動，試述此種美眼蟲樣運動(euglenoid movement)之情形。美眼蟲以其鞭毛攝取食物，試述其捕食時之狀態。注意其體外存有被膜，美眼蟲不能如變形蟲之以假足運動，是否與此有關？美眼蟲能兼有動植物兩種營養，試言其理。

II 復吸取含有無數美眼蟲之液體少許，滴於錶蓋玻璃，以之置於窗前。錶蓋玻璃之半面，覆以名片紙，使其一半遮隔光線。鏡檢之，將見美眼蟲集於有光之處或集於光處與暗處之間，蓋光線若不甚強，則美眼蟲有趨光之傾向(正趨光性)故也。此種試驗可證明美眼蟲對於光或暗之反應，顯與其體之色素粒有密切之關係。

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

草履蟲(PARAMECIUM)

主要目的 觀察草履虫之外形，構造及運動；試驗草履虫對於化學，溫度及氯氣之反應。

器具 (1)顯微鏡；(2)載物玻片；(3)蓋物玻片；(4)吸管；(5)細精 pipette。

用品 (1) Carragheen 之濃厚溶液；(2)詳細之草履虫掛圖并附有詳細之說明者；(3) $\frac{1}{2}\%$ 鹽溶液；(4)50%醋酸；(5)熱水；(6)冰塊；(7)薄玻璃屑；(8)凡士林。

材料 含有草履虫之池水或培養草履虫之水液(參看第35至36頁)；(2) 著色的草履虫的保存標本(此種標本製作法可參看第37至38)。

I 取含有草履虫之池水或培養草履虫之水液一滴，以顯微鏡觀之，將見其各個體運動甚速。若欲易於觀察，可注加 carragheen之濃液一兩滴於載物玻片上之草履虫的培養水液內，則草履虫之運動較緩，觀察頗易。試就所見者作一長約80m.m.之圖。示皮部(cortex)，髓部(medulla)，纖毛(cilia)，絨胞(trichocysts)，口溝(buccal groove)，口，食道，食料胞，大核(macronucleus)，小核(micronucleus)，伸縮胞等名稱。欲知此等部分的位置之所在，可參看詳細之草履虫掛圖。同時須分別注意生活標本之各部形狀或兼注意其機能，復與變形虫詳細比較，述其不同之點。學校如藏有草履虫的保存標本，亦可同時以顯微鏡觀之，藉資比較。

II 欲試驗草履虫對於化學之反應，可置草履虫之培養液一滴於載物玻片，再用精細 pipette 一滴加適量鹽溶液於培養液中央，鏡檢草履虫是否見其向各方走避，中央置鹽溶液之處，是否頓成空虛。

用上述方法，改加 $\frac{1}{50}\%$ 之醋酸，是否見其聚集於有酸之處。

III 欲知草履虫對於溫度之反應，可取草履虫培養液一滴，置載物玻片，覆以蓋物玻片，再加熱水一滴於蓋物玻片上，注視此虫是否集於熱水之下。另以冰塊置於盛有草履虫之載物玻片下，詳視此虫之運動，是否緩慢。

生 物 學 實 驗

VI 檢驗草履虫對於氫氣之反應，可置薄玻璃細屑於載物玻片上之草履虫培養液內，以支持蓋物玻片，則其中自有空泡，以凡士林密封蓋物玻片之四圍。鏡檢之，是否發見草履虫環集於氣泡。學者須就以上試驗所見之現象，作一報告。

實驗次數..... 時期..... 地點..... 姓名.....

海綿(THE SPONGE)

主要目的 就海綿之構造及生理而研究之。

器具 (1)玻盆；(2)解剖器；(3)解剖盤；(4)擴大鏡；(5)顯微鏡；(6)載物玻片；(7) 蓋物玻片。

用品 (1)洋紅；(2)5%之氫氯化鉀液。

材料 礫海綿(註一)或毛壺或其他海綿；(2)市上所售之海綿；(3)學校所藏之各種海綿標本。

I 學校若近海濱，則可採取礫海綿或毛壺或其他便於羅致且便於實驗之海綿。置之於盛海水之玻盆中，觀察其外形，照實物寫生。檢視其上面之孔(即流出孔)(osculum)及其側面衆多之小孔(流入孔)(inhalanpore)。用極利之解剖刀縱斷其體，而以擴大鏡或低倍顯微鏡窺察之，注視其體壁，內腔及大孔。復用剃刀切一極薄之橫斷面，置於載物玻片上，覆以蓋物玻片。窺於顯微鏡下，詳察內外各孔是否開口於小形之鞭毛室(flagellate canbers)鞭毛室為體壁中特別細胞所列成之房狀構造，此特別之細胞，各具鞭毛一條。生活時，因鞭毛之運動，而水由小孔入，經鞭毛室自上面之大孔流出，此際與水同入之食物，在鞭毛室內常被攝取，呼吸亦於此行之。欲證明水從小孔

入而由大孔出之事實，可另置生活海綿於盛海水之盆內，投入洋紅，將見洋紅分子有趨附於其體面之小孔而進於體內者，此足為水從小孔入之證。至於浮游分子之運動，又足為水由大孔出之證也。

II 試緊壓生活之海綿，初則見有海水溢出，繼則壓出多量之膠質物。盡去膠質物後，所餘者即為骨骼。

III 用顯微鏡窺察由海綿壓出之膠質物，如發現細胞，即繪其形。

IV 從各種海綿拔取其小量，投入 5% 之氫氟化鉀液煮之，煮沸後取出，用高倍顯微鏡次第檢視其各種骨針(spicules)及海綿基纖維(spongin)之形狀就所見者分別摹寫其形，藉作海綿骨針之比較研究。

V 就學校所藏之各種海綿標本，描寫其外形，並各附其名稱。

問題

1. 海綿動物與變形虫，美眼虫等原生動物，其體之構造上誰為複雜？
2. 市上所售之浴用海綿究為海綿之何部？
3. 諸生於生活之海綿體中，能發現其筋肉及神經乎？

(註一) 普通之海綿概指浴用海綿而言。更有淡水海綿者，如各地之池沼中所產者是也。唯前者之生活體，不易得到，後者則以體制複雜，不便於初學者之用。其不具上述之缺點者，恐為磯海綿乎。磯海綿着生於海岸岩礁上，故近海之處，頗易得之。

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

水母(THE JELLYFISH——AURELIA(註一))

主要目的 研究水母體之構造。

器具 (1)解剖器；(2)解剖盤；擴大鏡。

生 物 學 實 驗

用品 蟻酸液。

材料 生活之水母，須取新鮮海水保存。若須浸漬時，可用 4% 之稀薄蟻酸液浸之。惟水母質極柔軟，易於破壞，故處置時宜十分留意。

I 細察水母之外形，則見其體成自覆笠狀之鐘部與四個之口腕 (oral arms)。在鐘部其邊緣有數多絲狀之觸手 (tentacles) 與八個之凹部。在凹部有感覺器，其具視聽嗅三器官者，謂之觸手胞 (tentaculo-cyts)。鐘部下面中央有口，口緣有四個口腕。各口腕之基部，雖合成一管狀，但先端則為四瓣。海中生活之水母即以此等瓣而捕食餌。試將所見各主要部分，照實物寫生。

II 試將水母置於解剖盤，以其腹面向上，用解剖刀切去其兩個口腕。細察腹面中央之口，則知其以極短之食道，直連於腔腸 (即胃囊 gastric pouch)，從此出十六條之放射管，更於其間放出衆多之分歧管。此等放射管有形迹可尋，詳視之，則知其皆通鐘緣之環狀管 (circular canal)。腔腸之四隅，腹壁又放出絲狀物，是名胃絲 (gastric filaments)，具刺細胞 (nematocysts)，有刺殺小動物之機能。又在口之外側，即各口腕之間，有四個之內傘窩 (sub-genital pits)。水母之生殖腺即位於窩囊之上部，與腔腸之內壁上。試就所見之水母，繪一去其兩口腕後之腹面圖，並附以各主要部分之名稱。

水母之生殖腺，時有帶顯著之色彩者，故於採集時常易發覺。水母為雌雄異體。成熟後之生殖物，先落於腔腸內，厥後始出於口外。

(註一) Aurelia 七八月間見於山東煙臺等處之海面，故可於此時採集之。

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

肝蛭 (THE LIVER FLUKE)

肝 蛭

主要目的 研究肝蛭之構造，特別注意其雌生殖器及雄生殖器同在一體之構造(雌雄同體(hermaphrodite))。

器具 (1)解剖顯微鏡；(2)顯微鏡(若欲預先製成肝蛭之保存標本，以供實驗，則其需用器物，詳見於下，當不祇以上二物也。)

材料 肝蛭之保存標本(欲得肝蛭，製為保存標本，可在羊或其他家畜肝中或消化管內尋出之，投於昇汞水固定，復於酒精中洗數回。次用黑墨水及細洋紅末注射於其消化管及排泄管中，當在消化管注射時，宜在蟲體中線之上而約1mm.處注入，注排泄系統時，宜在後端中線上。注射畢，將蛭夾於兩玻片之中間，以線繫其兩端。置於95%酒精中浸之，歷一小時至四小時，次移浸於純酒精內，取出，平置之於玻片上，滴加柴羅魯，及坎拿大樹脂，覆以蓋物玻片，遂成為保存標片。若不能製備此種標本，則可向標本公司購得之)

以肝蛭之保存標本，置解剖顯微鏡及低倍之顯微鏡下窺之，就所見者繪一圖，附以下列諸部之名稱：(1)頭葉(head lobe)為體之前端，因口與神經之中樞，均位於此極故也。；(2)口吸盤(oral sucker)；(3)後吸盤(posterior sucker)；(4)口；(5)咽頭；(6)食道；(7)腸；(8)排泄管；(9)排泄孔(excretory pore)；(10)卵巢；(11)輸卵管；(12)子宮(uterus)；(13)卵黃(yolk)；(14)卵黃管(vitelline duct)；(15)卵殼腺(shell gland)；(16)勞奈氏管(canal of Laurer)，(17)生殖孔(genital aperture)；(18)睪丸；(19)輸精管；(20)貯精囊；(21)射精管(ejaculatory duct)；(22)陰莖。

問題

1. 肝蛭之感覺，運動，消化諸器官，何故皆不發達？
2. 肝蛭之生殖器官極形發達者，其理安在？
3. 肝蛭與條虫(參看第149頁)相似之點，能言之歟？

生 物 學 實 驗

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

蛔蟲 (A PARASITIC ROUNDWORM— ASCARIS)

主要目的 探究蛔蟲外部及內部之構造。

器具 (1)解剖器；(2)解剖盤；(3)解剖顯微鏡。

用品 (1)麝香草精及瀉利鹽(Epsom salt)；(2)迷蒙精；(3)酒精。

材料 新鮮及浸製之雌雄蛔蟲(蛔蟲多寄生於小孩或豕之腸，胃中。採集時宜以麝香草精及瀉利鹽，將豕腸之蛔蟲除下，或在患者之糞中檢出之。新鮮之材料既得，則宜洗淨，用迷蒙精將其殺死。若欲以之作解剖材料，則於其被殺後，可從其口注入注射液，沒於酒精中，數日後，即可供解剖之用。)

I 取新鮮殺死之雌及雄蛔，比較其外形，就其不同之點，作一報告。就實物描畫自前端迄後端之腹面圖，示下列諸部之所在：(1)口；(2)腹唇(ventral lips)；(3)腹線(ventral line)；(4)排泄孔；(5)肛門；(6)生殖孔(雌者具之)；(7)交接刺(penial setae)(雄者具之)。就蛔蟲頭部之背面繪一圖，示背唇(dorsal lip)及背線(dorsal line)之所在。

II 取浸製之蛔蟲，循其背線及左方側線(lateral line)之間，從頭至尾剖開之，展開其體壁，以帽針釘之於解剖盤底。描寫一圖，附以下列諸部之名稱：(1)角質彈性膜；(2)外皮；(3)筋肉層；(4)神經環(nerve-ring) (5)口；(6)咽頭；(7)腸；(8)肛門；(9)排泄管；(10)排泄孔；(11)生殖系統(在雌者須附以卵巢，輸卵管，子宮，膈及生殖孔等名稱。在雄者須附以精巢，輸精管，貯精囊，射精管，交接刺及交接刺囊(pouches of penial seta)等名稱。)

問題

蠅蟲爲雌雄同體乎，抑爲雌雄異體(gonochoristic)乎？

驗次數..... 時期..... 地點..... 姓名.....

海星 (THE CHINESE STARFISH—ASTERIAS)

主要目的 研究海星(註一)之構造。

器具 (1)網；(2)提瓶；(3)擴大鏡；(4)解剖器；(5)解剖盤。

用品 (1)瀉利鹽；(2)蟻醛液或酒精；(3)蒸溜水。

材料 乾製及浸製之海星(海星可於海濱用網採得之，此類動物喜食蠓，故產蠓之處，海星恒多。通常在沿海淺水中匍匐於岩側或海藻間，運動遲緩，故材料易於羅致。惟距海較遠之處，則宜將採得之海星，先用瀉利鹽麻醉，次用酒精浸一晝夜，取出，其一部分之海星，可製爲乾標本，其他一部分復浸於10%蟻醛液或80%酒精中，以供實驗)。若無海星，用海蕨等(註二)代之亦可，惟教師如發覺其構造與海星有不同之點，則臨時須更變其教材。

I 就乾製之海星，考察其外形，注意其口側(oral side)與反口側(aboral side)之分(有口之面曰口側，亦稱腹側；其反對方面曰反口側，亦稱背側)。

II 照實物繪口側圖，示下列諸部之所在：(1)口；(2)口圍(peristome)；(3)腕(arm)；(4)步帶溝(ambulacral groove)；(5)步帶板(ambulacral ossicles or ambulacralia)；(6)步帶孔(ambulacral pores)；(7)步帶棘(adambulacral spines)；(8)邊棘(marginal spines)。次仔細觀察列生於步帶溝中之管足(tube feet)；更觀察觸手及眼；將以上三部描畫於上圖中之一腕，并附以名稱。從浸製之海星，拔出一管足，以擴大鏡窺之，繪一廓大圖。

III 照實物繪一反口側圖，示下列諸部之所在：(1)中盤(central disc)

生 物 學 實 驗

；(2)腕；(3)篩板(madreporic plate)；(4)棘；(5)叉狀棘(pedicellariae)。又用手擴大鏡窺察皮鰓(dermal branchiae)及皮孔(dermal pores)。描畫此二部於上圖之一腕，並各附以名稱。

IV 另取海星，研究其存於體壁中之骨骼。即將採得之海星，提出一部分材料，任其腐敗，以水沖洗之，審視其骨骼。骨骼為鈣質小骨枚(calcareous plates or ossicles)相接而成。其主要者為(1)步帶板；(2)側步帶板(adambulacralia)；(3)上緣板(inpromarginalia)；下緣板(supromarginalia)。將鈣質小骨板，排列妥當，作一略圖，並附以所見各小骨板之名稱。

V 另取新鮮殺死或浸製之海星，橫斷其一腕足，照實物之斷面繪一圖，示下列各部之所在；(1)體壁(該部須附以皮部，膠質層，鈣質骨板，皮鰓腔(peribranchial space)，筋纖維，體腔上皮(coelomic epithelium)，及棘等名稱)；(2)體腔(coelum)；(3)輻射神經(radial nerve)；(4)輻射圍血管(radial perihæmal canal)；(5)管足；(6)水胞(ampulla)(一名鐘囊)；(7)輻射步管(radial ambulacral vessel)；(8)幽門盲囊(pyloric coeca)。

VI 以浸製之海星置解剖盤中，用解剖刀沿各腕之側面，斯時宜注意勿損毀其內部器官，復沿篩板之周圍剖開，並用刀柄將反口側完全離去，就消化系統寫一略圖，示下列諸部之所在：(1)食道；(2)胃；(3)腸；(4)腸盲囊(intestine coeca)；(5)幽門盲囊；(6)賁門盲囊(cardiac pouches)。

VII 除去消化器官，注意勿傷其唇膜(peristomial membrane)，鏡檢其生殖系統。海星為雌雄異體，其生殖器官呈分枝狀，存於二腕分歧點之體腔內，各以小形生殖孔通於體之背面。試就所見者，繪一略圖。

VIII 除去生殖系統，仔細觀察水管系統(watevascular system)，繪一略圖，附以下列諸部名稱：(1)篩板；(2)篩管(madreporic canal) (3)環狀管

海 星 蚯 蚓

(ring canal)；(4)多突管 (polian vesicles)，(5)輻射管；(6)管足；(7)水胞。

(註一) 海星一名星魚，亦名海盤車。用 *Asterias* 屬為實驗材料，頗為適當，以其較易於羅致也。此屬中有一種名紫海星 (*Asteria rollestoni* Bell)者，煙臺產焉。

(註二) 海燕 (*Asterina pectinifera* (Müller and Troschel)) 腕短，無叉棘，煙臺產之。若在南方沿海，如廈門等處，則 *Pseudarchaster pretiosus* (Döderlein) 亦易採得。惟用此等材料，則教師如發覺其構造與海星有不同之點，須臨時變其教材。

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

蚯蚓 (THE EARTHWORM)

主要目的 考察蚯蚓之運動狀態，及其對於環境之反響；探究蚯蚓體之構造，并特別注意其雌雄生殖器同一體之構造。

器具 (1)粗板；(2)滑玻片；(3)木板；(4)解剖盤；(5)解剖器；(6)廣大鏡；(7)顯微鏡；(8)載物玻片；(9)蓋物玻片。

用品 (1)濕土及乾土；(2)濾紙；(3)醋酸；(4)糖液；(5)食鹽液；(6)腐葉熬出之汁；(7)迷蒙精；(8)載有蚯蚓橫斷面的掛圖(須附有各部名稱者)。

材料 (1)生活的環毛蚯蚓(註一)；(2)新鮮殺死之環毛蚯蚓(註二)；(3)蚯蚓橫斷的染色切片保存標本(註三)。

I 取生活的環毛蚯蚓，一置於粗板之面，一置於滑玻片之上，注視此兩者運動之狀態，有何不同之點。將生活蚯蚓置於地上，觀察其前進時之狀態(參看第85頁)。

II 以一木板其上面之半邊置濕土，他半邊置乾土。放蚯蚓各邊，以視

其偏愛，并報告其結果。次取濕有醋酸之濾紙一塊，置於蚯蚓之進行之途中，考察其反響。再用同一方法，以濾紙次第濕糖液，食鹽液，腐葉熬出之汁，分別試驗其反響。試就所見者述之。

Ⅲ 置新鮮殺死之蚯蚓於解剖盤，計算其全體的環節數目。檢視環帶 (clitellum) 自第幾節起至第幾節止，共跨幾節，并記載之。以擴大鏡檢視各環節中間輪生之剛毛圈 (setae)，學者試言剛毛之作用。找尋其口，肛門，雄生殖孔 (male genital opening) (共一對，在第十八環節)，雌生殖孔 (female genital opening) (祇一個，在第十四環節) 貯精囊孔 (seminal receptacle opening) (共三對，在第五與六，六與七及八環節之間) 而作詳細的觀察。照蚯蚓外形描繪兩圖，一為側面者，一為腹面者，并附以各部之名稱。

Ⅳ 取曾浸酒精而硬固之蚯蚓，並擇其大形者，置於解剖盤內，使浸於水中，以其背面向上。以尖剪刀從前端之三四節起沿背面之中央線，縱剖開其背壁。仔細將隔膜剪開，復將兩邊之體壁，以針釘於解剖盤之臘底上。檢視消化器。注意咽頭上輻射式之筋肉纖維。次將消化管移於一邊或除咽頭外，將消化管全部取出。觀察其神經系及生殖器。蚯蚓為雌雄同體，睪丸扁小，共兩對，一對分在第十，第十一環節。貯精管亦兩對，分在第十一，第十二環節。攝護腺 (prostatic glands) 在第十八環節，此腺特別發達，成花朵形。卵巢梨形，為一對，在第十二環節，附着於第十二及第十三環節間之隔膜上。卵巢下接輸卵管，此管為一對，在第三環節之隔膜。學者須注意此管通至雌生殖孔之狀況。受卵囊一對，附於第十二及第十三環節間隔膜之後面。在第六，七，及第八環節各有一對受精囊。作消化器，神經系，生殖器等部门之寫生。仔細剖一原腎管，浸於鹽溶液中，以顯微鏡觀察之 (參看第 113 頁)。

V 另取新鮮殺死之蚯蚓，小心剖視其循環系，觀察各種血管。從其血管中，取血一滴，以顯微鏡檢之（參看第111頁）。

VI 取蚯蚓橫斷面的染色切片保存標本，置顯微鏡下窺之，描畫一圖，同時參考掛圖，附以各部分之名稱。

（註一）環毛蚯蚓（perichaeta）為我國普通之蚯蚓，與歐洲產之大蚯蚓，（Lumbricus）形狀及構造上多有不同。若以環毛蚯蚓，為實驗材料，而又參考西籍所載大蚯蚓時，對於兩者不同之點，務宜分別清楚。

（註二）取濕水之布，包裹環毛蚯蚓，注以迷蒙精，使其麻醉，即可供剖視循環器之用。若欲作其他器官之解剖材料，則於其麻醉後，放入水中，逐加酒精，約浸兩小時使其略為硬直，即可為解剖之材料。

（註三）欲製成蚯蚓橫斷的染色切片保存標本，可用繩客氏液固定材料，用石蠟包埋之，切片後，以曙紅及 methyl blue 染色液染之，更以榮羅魯油透明，以坎拿大樹脂封鎖，即成為保存標本。至於詳細方法，可參看動物組織實驗前應有之準備及動物組織保存標本之製作法。

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

蝦之動作及其外部構造(ACTIVITIES AND EXTERNAL STRUCTURE OF CRAYFISH)

主要目的 就活蝦而研究其動作，及其外部構造。

器具 (1)水族器；(2)小撈網；(3)解剖器；(4)解剖盤；(5)攪大鏡。

用品 (1)生肉；(2)酒精水；(3)醋酸液；(4)鉛筆；(5)紅洋液；(6)硬紙片。

材料 (1)活蝦；(2)死標本。

I 以活蝦置於不盛水之水族器之砂底上，次置蝦於桌上，或地板上，

生 物 學 實 驗

以觀察其運動狀態(參看第85頁)。蝦當運動時，用何部之附屬器為最多？其運用之方法如何？其結果作何種之運動？將蝦仰向置之，其回復原位之法如何？

II 以蝦置於盛水之水族器中，觀察其運動法與以上試驗之運動法，有何差異？注視各種附屬器官之運用法，及各種運動之方式，就所見者述之（參看第85頁）。當蝦在水中運動時，用何部之附屬器官為最多。兩側之附屬器官，同時動作歟，抑交互動作歟？蝦之觸角，在運動中，其作用如何？

III 以解剖針觸蝦體之各部，而觀察其最富於感覺之部分為何？以蝦入水族器中，置妨礙物於蝦前，注視其欲避之否？用解剖針插生肉一片，徐徐近於蝦口，復置於口部之附屬器上，而視察其動作，試就所見者述之。當蝦捕食時，用何部附屬器為多，該附屬器官之動作如何？用酒精水及醋酸液各一滴，依次注於蝦口之近傍，而觀其對於兩者之反應如何？以鉛筆之尖端，輕輕近於蝦之眼前，蝦是否即起反應，若起反應，不論鉛筆與眼距離之遠近，是否相同乎？觀察蝦眼及其觸角之運動狀態。用廣大鏡攝取日光，使集射於蝦體之各部，而觀察其反應如何？將蝦入水族器中，移置於暗處之一隅，而觀察蝦之特性，好居明處歟，抑好居於暗處歟？就以上觀察所得者，作一報告。

IV 投活蝦於盛水之水族器中，以洋紅液少許，使之近於蝦之頭胸部。細察水中附有洋紅之色，其流動之方向如何？水之流動原因安在？水之流動與蝦之呼吸，有極大之關係者，其理安在？試就蝦之胸部相近之周圍，作水之流動說明圖。

V 置蝦於解剖盆，繪一蝦之側面圖，示下列諸部之所在：(1)主要部——頭胸部及腹部；(2)眼；(3)觸角，(4)大附屬器官及較細之步足；(5)腹

蝦之動作及其外部構造

部之附近器官。

VI 取蝦之死標本，拔去其頭胸部之甲殼，施行時宜以鑷子從該部足之上方着手，使鰓(呼吸器官)呈露。描摹一圖，示鰓之排列情形，及其與某種附屬器官附着之狀況。再就單一之鰓，繪一廓大圖，諸生試思蝦在生活時，何種運動能使水流經鰓。

VII 取蝦之死標本，以尖端彎曲之小剪刀及鑷子，取出其一側之附屬器官，裝裱之於硬紙片上，使諸部均適當位置。附以下列諸部之名稱：(1)細觸角(antennule)(即第一觸角)；(2)大觸角(antenna)(即第二觸角)；(3)大顎(mandible)；(4)第一小顎(first maxilla)；(5)第二小顎(second maxilla)；(6)第一顎足(first maxilliped)；(7)第二顎足(second maxilliped)；(8)第三顎足(third maxilliped)；(9)螯肢(chela)；(10)第一，第二，第三，及第四步足(first, second, third and fourth “walking leg”)；(11)游泳器(swimmerets)；(12)撲翼(flapper)。又頭部之長棘(rostrum)及尾端無附屬肢之尾節(telson)，亦須取出，裝裱於適當之位置，並示其名稱。

問題

1. 觀察蝦之感覺狀況，而動物與蝦同在一位置者，能判定其感覺力為何如乎？
2. 蝦之天然食餌為何？
3. 蝦之天然敵害為何？
4. 蝦體之何部與昆蟲相同或相異？
5. 蝦之各種附屬器官中，其差異最著者為何？

生 物 學 實 驗

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

蚌(THE CHINESE SWAN MUSSEL — ANODONTA WOODIANA(註一))

主要目的 考察蚌之動作及其構造。

器具 (1)水族器；(2)解剖器；(3)解剖盤；(4)解剖顯微鏡。

用品 蚌之內臟模型(附有說明書者·)。

材料 活蚌。

I 詳察活蚌在水族器中之動作，注視其伸出的肉足 (muscular foot) 及水管(siphon)。水管有背水管 (dorsal siphon)與腹水管(ventral siphon)之區別，注意其不同之點，及水流出入之狀況，作一簡單報告。

II 就生活之蚌的左側，作一簡圖，示前端(anterior end)，後端(posterior end)，殼頂(umbo)，套膜緣(mantle edge)生長線(growth lines)，肉足及水管之所在。復就其背面，描畫一圖，示殼頂，殼緣 (margin of shell)，及韌帶(ligament)之所在。

III 用解剖刀柄輕輕從外套膜之中部插入兩界殼之間，輪轉刀柄，使殼略張。以另一解剖刀柄剝去左外套膜與殼着生之部分，復以刀柄靠左殼之前端及後端，將着生於殼上之部分使與殼剝離，除去左殼，描繪左介殼內面之內形，示下列諸部之所在：(1)前閉殼筋痕 (anterior adductor impression) (除去前閉殼筋(anterior adductor muscle) 所留之痕跡，即為前閉殼筋痕·)；(2)後閉殼筋痕 (posterior adductor impression)(除去後閉殼筋(posterior adductor muscle) 所留之痕跡，即為後閉殼筋痕·)；(3)前牽引筋痕 (anterior retractor impression) (除去前牽引筋 (anterior rotractor muscle) 所留之痕跡，即為前牽引筋痕·)；(4)後牽引筋痕 (posterior retractor

蚌

impresson)(除去後牽引筋(*posterior retractor muscle*)(所留之痕跡，即爲後牽引筋痕·)；(5)伸筋痕(*protractor impression*)(除去伸筋(*protractor muscle*)所留之痕跡，即爲伸筋痕·)；(6)外套膜線(*pallial line*)。

IV 取界殼之一部，磨滑其斷面，細觀之，則知其爲外皮(*periostracum*)，稜柱層(*prismatic layer*)及真珠層(*naacre*)之三層所成。就所見者繪一略圖，並示各層之所在。

V 就去殼之蚌(尙未死者)，細察背水管，腹水管，肉足，圍心腔(*pericardium*)等部之位置及構造；次察心臟之跳動狀態，試就所見者作一報告。

VI 剪去外套膜(*mantle*)及圍心腔膜，詳察下列諸部之位置及構造，作一報告，並繪一簡圖，附以各部之名稱；(1)肉足；(2)口；(3)唇瓣(*labia palp*)；(4)鰓板(*gill plate*)；(5)肛門；(6)心臟；(7)前大動脈(*anterior aorta*)；(8)後大動脈(*posterior aorta*)。

VII 觀察前後大動脈中血液流動之狀態，自何處起；而漸及何處乎？次除去圍心腔腹面密接處之皮膜，則知其內有黑色部，是爲腎臟。細察腎狀有若干個？其形狀如何？並察其開口及開口關連之部？就觀察所得者，作一報告。

VIII 取去殼之蚌，除去其左套膜及左鰓板，次除去心臟及血管旁之組織。自口起，仔細除去肉足之筋肉，使神經，消化管，生殖器及血管露出。描畫一圖，同時參閱蚌之內臟模型及其說明書，示下列諸部之所在：(1)腦側神經節(*cerebro-pleural ganglion*)；(2)足神經節(*pedal ganglion*)；(3)腦足連接神經索(*cerebro-pedal connective*) (4)內臟神經節(*visceral ganglion*)；(5)腦臟連接神經索(*cerebro-visceral connective*)；(6)口；(7)肝；(8)胃

；(9)腸；(10)直腸；(11)肛門；(12)排殖腔(cloaca)；(13)出水孔(exhalent orifices)；(14)入水孔(inhalent orifice)；(15)心耳；(16)心室；(17)前大動脈；(18)後大動脈；(19)開口於心耳之靜脈孔(openings of viens to auricle)；(20)腎臟腺部(glandular portion of kidney)；(21)腎臟無殖腺部(non-glandula portion of kidney)；(22)排泄孔；(23)生殖腺(genital gland)(卵巢或睪丸)。

(註一) *Anodonta wooliana* 爲我國淡水產蚌中極普通之一種。故此種材料極易羅致。

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

鯉魚之動作及外部構造 (ACTIVITIES AND
EXTERNAL STRUCTURE OF A COMMON CARP)
(附——魚類測量及記載法)

主要目的 就活鯉魚(註一)而觀察其動作；並研究鯉魚之外部構造。

器具 (1)水族器；(2)解剖盤。

用品 (1)魚餌；(2)洋紅。

材料 (1)活鯉魚(以體長二三寸者爲佳)；(2)新鮮殺死之鯉魚(以體長五寸以上者爲佳，至於屠殺方法，可參考第22頁。)

I 以活鯉魚入水族器中，觀察其動作(參看第85頁關於金魚之活動)。鯉魚之各部運動方式如何？鯉魚在游泳時向前方，上方，下方及側方之進行如何？試就觀察所得者作一報告。

II 投魚餌於水中，觀察活鯉魚能否發覺食餌，如發現其能發覺食物之所在，試細察其捕食之情形。鯉魚口距離食物幾遠，可以發覺食物？次觀察

鯉魚之動作及外部構造

鯉魚之鼻孔(nostrils)，并就觀察結果，推想鯉魚之呼吸是否經過鼻孔？投洋紅少許於其口前，探求鯉魚之呼吸運動。細察鯉魚眼之運動。在何方向鯉魚能見物？其視力能及幾遠？以上諸生均須一一加以答覆。

Ⅲ 以新鮮殺死之鯉魚，置解剖盤內，詳察其外部構造。繪一鯉魚之側面圖，註明下列諸部：(1)頭；(2)軀幹；(3)尾，(4)鼻孔；(5)眼；(6)鰓蓋(operculum)；(7)背鰭(dorsal fin)；(8)臀鰭(anal fin)；(9)尾鰭(caudal fin)；(背鰭，臀鰭及尾鰭均屬奇鰭(unpaired fins.))；(10)胸鰭(pectoral fin)；(11)腹鰭(ventral fin) (胸鰭及腹鰭均屬偶鰭(paired fin.))。尋出側線(lateral line)，表示之於圖中。

Ⅳ 從鯉魚頭之前，繪一圖，表明胸鰭(pectoral fins)，腹鰭(ventral fin)及奇鰭之所在。

Ⅴ 細察鯉魚鱗(scales)之排列狀況；諸生試就鯉魚鱗與已習之無脊椎動物之外骨骼而比較之，述其異同之點。

問題

1. 鯉魚之側線，有何功能？
2. 鯉魚離水中，不久即死，其理安在？

附——魚類測量及記載法

Ⅰ 測量魚體有一定之標準。從吻端至尾基部之距離曰體長(length of body)，從體側之背頂至腹底之距離曰體高(height of body)；從吻端至鰓蓋後緣之距離曰頭長(length of snout)，眼窩之橫徑曰眼徑(diameter of orbit)，鰭基部之長度曰鰭長(length of fin)。至於體長為體高之若干倍，為頭長之若干倍；頭長為吻長之若干倍，為眼徑之若干倍等；均須俟測量後，方可計算。鰭與頭成比例時，須取最長之棘或刺之長。又計算長度，普通以

m.m.爲單位。

II 魚鱗中柔軟而有節之鱗條曰刺(ray)，堅硬而無節者曰棘(spine)。各鱗之棘數及刺數，爲分類上重要標準之一，普通以羅馬字數代表棘數，阿拉伯字代表刺數。今示鯉魚之脊鱗及臀鱗的記載方式如次：

DIII,21 ; AIII,5.

上式即表示脊鱗有三棘，二十一刺；臀鱗有三棘，五刺，餘可類推。

III 沿側線上而計算鱗數，曰側線鱗數。此爲魚類分類上重要標準之一。若側線不完全時，即宜自鰓裂起迄尾基部止，成一直線而計算之。

IV 諸生可於課外採集或購買本地所習知之魚類，照以上測量及記載方法，藉作分類學上種的記載之初步練習。茲舉吾人習知之魚類如次：在北方諸省者，如白魚(*Culter erythropterus* Basilewsky)，蒙古白魚(*Culter mongolicus* Basilewsky)，旁皮白魚(*Paracheilognathus imberbis* (Günther))，虎頭魚(*Pseudogobio rivularis* Basil)等是。在揚子江流域者，如鮭魚(*Hypophthalmichthys molitrix*(Cuvier and Valenciennes))，扁魚(*Chanodichthys bramula*(C. & V.))，青魚(*Ctenopharyngodon aethiops* Basilewsky)，草魚(*Myloleuciscus aethiops* (Basilewsky))等是。在珠江流域者如鱮魚(*Aristichthys nobilis* Richardson)，鰮魚(*Megalobrama bramula* C. and V.)，鏢刀魚(*Rasborinus takakii* Oshima.)，嘉魚(*Ptychidia jordonii* Myers.)，土鯪魚(*Labeo molitorella* C. and V.)，白鯪魚(*Ctenopharyngodon idellus* C. & V.)，紅鱗眼(*Squaliobarbus curriculus* (Richardson))等是。此外如鯽魚(鮒魚)(*Carassius auratus* (Linnaeus))，敢魚(黃鑽魚)(*Elopichthys bambusa* Richardson)等，南北各地皆產，尤爲吾人之所習知。

(註一) 鯉魚(*Cyprinus carpio* Linnaeus) 爲我國淡水產類中極普通之一種。

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

鯉魚之內部構造 (INTERNAL STRUCTURE OF THE COMMON CARP)

主要目的 解剖鯉魚，而觀察其內部之構造；並與蝗蟲等無脊椎動物內部構造，作比較的觀察。

器具 (1)解剖器；(2)解剖盤；(3)鐵鍋；(4)酒精燈。

材料 生活之鯉魚及新殺之鯉魚。如無鯉魚，則鯽魚亦可代用。

I 以鑷子及銳利之解剖刀，在鯉魚之一側，自脊鰭迄腹部，剝去其皮一條，闊約一寸即可。檢視其肌節(即筋肉節)(myotomes)。隔分此等肌節之線，是否爲一直線？筋肉纖維(muscle fibres)所走之方向爲何？學者試就所見者作答。

II 從魚頭之背及頂以刀除去筋肉，次用刀將骨幣仔細剝去。以便從事腦及神經之觀察，惟頭骨與腦相接極密，偶一不慎，即傷及腦，故宜十分小心。腦及神經既露出，即可從事檢視嗅葉(olfactory lobe)大腦(cerebrum)，視葉(opticlobe)，小腦(cerebellum)，延髓(medulla oblongta)等部分之構造(嗅葉在大腦前端，更向前而連於鼻腔。大腦爲兩個橄欖形之突起，連於中線。大腦之後爲兩個視葉，視葉後爲單個中葉之小腦，小腦後即爲延髓。)及其發出之神經。試將鯉魚之神經系統與前曾實驗之蝗蟲神經系統作詳細之比較。

延髓之後端與脊髓(spinal cord or medulla spinalis)相連。脊髓貫通脊

骨之中。試橫斷其脊椎骨，察視脊椎骨中之脊髓。

II 另取一鯉魚，以其頭部煮於沸水中，除去其皮膚及筋肉，檢視其頭蓋骨(cranium)，鰓蓋骨(opercular bones of gill covers)及顏面骨(facial bones)之構造。更截取脊椎骨，切一橫斷面，詳察椎體(centrum)，脊髓弧(neural arch)，血管弧(haemal arch)等部分。

III 另取一新殺之鯉魚，在肛門前沿腹之中綫，以剪刀割開其體壁，除去腹壁之一部分，留意勿割破內臟。檢視迂迴之消化管，及其間之肝臟，膽囊，脾臟(spleen)，及腸間膜(mesentery)。以探針插入口內，經口腔而入食道，胃，探察其相連為狀況。次將胃與小腸相連之處割出一小部分，觀察其內部為空抑為硬體。

IV 細察腹腔背側之大鰓(air-bladder)以細管通於食道，自食道至腹腔之背壁間，有腎臟一對，觀察其有無小管，及其通連之處。

V 去鰓蓋以檢察鰓(gills)及骨弧(bony arches)排列之狀況。縱剖腹腔之前側(即圍心腔之體壁)，以檢其心臟，知其成於一心室，及一心耳。心室在腹面，心耳在背面，次檢從心臟發出之血管。同時最好剖新殺之鯉魚，視其心臟跳動之狀態。

VI 就以上所見各部，一一寫圖，並附以各部之名稱。繪鰓時，須註明鰓絲(gill filaments)及鰓耙(gill rakers)。

問題

1. 鯉魚之神經系統與蝗蟲之神經系統，屬為複雜，屬為簡單？
2. 鯉魚之骨骼系統中，何部為蚌及蝗蟲之所無？
3. 鯉魚心臟在體內之位置，與蚌及蝗蟲之心臟，有何顯著之異點？

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

蛙之外部構造及動作 (EXTERNAL STRUCTURE AND ACTIVITIES OF THE FROG)

主要目的 就活蛙而觀其外部構造及動作。

器具 (1)平底之玻盤或解剖盤；(2)大玻缸及密眼之鐵紗。

用品 細草。

材料 (1)活蛙(註二)；(2)蛙之浸製標本(即保存於80%酒精中之蛙)。

I 以活蛙置於平底之玻盤或解剖盤。當其休息時，速照實物寫兩簡圖：一為背面者，一為側面者。註明頭，軀幹，前肢 (front limbs)，後肢 (hind limbs)，眼，鼻孔，鼓膜等部分。次察其肛門之所在。

II 細察蛙之附屬器，述其構造之概況(每一前肢為上膊 (upper arm)，前膊 (fore arm)，手 (hand) 三部而成手。前有短尖之指 (digits)，每一後肢由大腿 (thigh)，脛 (shank)，及足 (foot) 三部而成。足復有跗 (tarsal region) 與趾之分。趾間有蹼 (web)) 并與鯉魚及已習之蝦之附屬器比較，舉凡附屬器之數目，配置，大小，形狀，部分，關節均須一一詳細考察，試述其互相不同之點。

III 試述蛙眼之形狀，位置，運動，及其能視之方向。復觀察其鼻孔之位置與運動，而畧述之。詳觀蛙之呼吸運動，特別注意其腹部之運動與口及鼻孔運動之關係。蛙無橫隔膜 (diaphragm)。試探尋出入於肺之空氣流 (air currents)。(以一蛙之浸製標本，張開其口，用細草一條，即可探知鼻孔與口腔間之關係。)

IV 置活蛙於大玻缸中，同時納活及死的蒼蠅與蚯蚓於其中，缸口覆以密眼之鐵紗，靜觀蛙之捕食方法。試述其進行情形，或寫數圖以表示其捕食

生 物 學 實 驗

之狀。(張開蛙口，觀察其舌(tongue)與齒之形狀及位置。)

V 於活蛙附近之處，試作數種聲音，觀察何種聲音，最能使蛙聞而驚動。

問題

1. 以手握蛙，每滑而易逃者，其故安在？
2. 蛙之捕蟲，極為便利者，其原因何在？

(註一) 可用金線蛙(*Rana*)為研究之材料。本種在我國普通之種為青蛙(俗稱田雞)(*Rana nigromaculata* Hallowell)。我國中部及南部普通之種為蛙(俗稱大田雞)(*Rana tigerina* Daudin)，南部及東部普通之種為 *Rana limnocharis* Wiegmann。此外如 *Rana plancyi* Lataste 及 *R. japonica* G. 等，在我國北部亦不難採得。

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

蛙之內部構造 (INTERNAL STRUCTURE OF THE FROG)

主要目的 剖蛙而觀察其內部構造。

器具 (1)玻璃瓶；(2)解剖盤；(3)帽針；(4)解剖器。

用品 (1)迷蒙精；(2)棉花；(3)清水；(4)蛙之解剖掛圖。

材料 (1)活蛙；(2)蛙之浸製解剖標本(可從標本公司購得之)。

I 置活蛙於玻璃瓶中，投入濕有迷蒙精之棉花，密閉瓶口，使之麻醉。次將蛙取出，置於解剖盤，以其腹面向上，同時注入清水深約七八分。伸張其四肢分向盤之四隅，用帽針釘之於盤底，針之尖端，須畧向盤之中央。沿腹面皮膚之中央線，以至下顎，用剪刀之尖端縱剖之；且橫剖以剝皮膚，

蛙 之 內 部 構 造

注視其下之淋巴腺及筋肉。次沿腹面皮膚已開之縱線，剖開胸腔及腹腔之筋肉，惟須注意剪刀尖端勿令其剪破內臟。剪斷胸部之硬骨及軟骨時，對於剪刀尖端亦須有同樣之注意。將體壁分撥於左右兩方，則內臟可見。用鑷子或解剖刀之木柄分開各器官，而保存之於水中。詳察下列諸器官：(1)心臟(由二心耳及一心室構成之，特別注意其鼓動之狀況。)及由此發出之主要血管；(2)肺臟(可於心臟之前下方即近背壁之處找尋之。)及其相連之氣管(注意其通連於口腔。)；(3)食道，胃，小腸，直腸(注意腸，胃，食道彼此互相通連，及由食道通於口腔，由直腸通於排殖腔之狀。)及腸間膜；(4)肝臟(其一部分覆胃)，膽囊(在肝臟之下，如發現之，注意輸膽管從此通連於腸。)及胰臟(在胃之下方，以細管通連於腸。)；(5)脾臟(為紅色小體，形似球，附於直腸前端之處)；(6)腎臟(在體腔後部)，輸尿管(由腎臟外緣向後行，直通於排殖腔之背壁。)及膀胱(開口於排殖腔之腹側，但不與輸尿管相連。)；(7)副腎(adrenal body)(註一)(在腎臟腹面，形長而黃色。)；(8)脂肪體(fatty bodies)(為黃色葉狀體，在腎臟之附近。)；(9)睪丸(雄蛙有之，為色圓體，由腹膜褶繫於腎臟前端腹面，從內緣出若干細輸出管，入腎臟而通連於細尿管，更由此連於輸尿管，故雄蛙之輸尿管即輸精管也。)或卵巢(雌蛙有之，卵巢具無數黑白色之卵，常似充塞於全腹。)及輸卵管。就所見諸器官，照實物摹寫數圖。學校如藏有蛙之浸製解剖標本或解剖掛圖，同時可參閱之。

II 取出心臟與肺臟，剖視其內部之構造。次將胃取出，剖開之，檢視其中之食物。如發見有未消化之昆虫，亟須紀錄之。

問題

蛙體各部與魚體各部之異同點，能詳言之歟？

(註一) 副腎為內分泌腺(glands of internal secretion)之一種。

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

喜鵲(THE CHINESE COMMON MAPIE)(附——家
鵲骨骼之研究)

主要目的 研究喜鵲(註一)之生活及其形態。

器具及用品 (1)雙眼望遠鏡(bionocular)(又名望鳥鏡(field glass for bird study)); (2)擴大鏡; (3)清水; (4)吸管; (5)載物玻片; (6)蓋物玻片; (7)顯微鏡; (8)家鵲骨骼掛圖; (9)玻璃瓶; (10)棉花; (11)迷蒙精; (12)解剖盤; (13)解剖器。

材料 (1)喜鵲(須準備剝製標本, 并須羅致其活者而屠殺之(屠殺法可參看第21至22頁)•); (2)家鵲骨骼標本(可從標本公司購得之, 其附帶之說明書, 可同時購入。); (3)家鵲(須羅致其活者而屠殺之(屠殺法與殺喜鵲者相同)。

I 喜鵲為吾人習見之鳥, 諸生試就平時所知者, 答覆下列諸點: (1)喜鵲好獨居乎, 抑好羣居乎? (2)喜鵲好動乎, 抑好靜乎? (3)喜鵲多在何處? 喜食何物? (4)喜鵲如何築巢, 巢之材料為何? 其構造, 體積如何? 位於何處? (5)喜鵲每產若干卵? 卵之形狀如何? (6)喜鵲如何保護雛鳥, 親鳥是否共同伏卵乎? 親鳥共同携物歸巢以育雛乎? 用何物育雛乎? (7)雛鳥自雛出後, 以迄能營獨立生活, 需若干時? 親鳥有教其雛學習飛翔否?

II 就剝製之喜鵲標本, 或已死之喜鵲, 繪一側面圖, 註明下列諸部: (1)喙; (2)頭(此部須分別註明眼, 額(fron), 冠(crown), 頰(cheek), 頷(chin)等部。)(3)頸(此部須分別註明喉(throat)及項(頸之背, 冠之下,)(nape)。(4)肩(shoulder); (5)背(back); (6)腰(rump); (7)胸(breast); (8)脇(flank); (9)腹(belly); (10)翼; (11)足(此部須分別註明腿(tibia), 蹠蹠(tarsus), 及趾。)(12)尾洞(tailcovert)(此部須分別註明上尾洞及下尾洞,) 尾羽(tail feather)。

Ⅲ 以已死之喜鵲，張開其一翼，註明下列各部：(1)翼覆羽 (wing, coverts) (此部普通可分為大，中，小三部)；(2)初列撥風羽 (primaries)；(3)次列撥風羽 (Secoudaries)；(4)後列撥風羽 (tertials)。

Ⅳ 以擴大鏡窺視喜鵲各部之羽毛，試就所見者述各部羽毛分布之狀況。從喜鵲背部取羽一片，置載物玻片上，加水，覆以蓋物玻片，以最低倍顯微鏡窺之，就所見者作一圖。

附——家鴿骨骼之究研

取家鴿之骨骼標本，研究其各部之構造。同時參攷標本之說明書及家鴿骨骼掛圖，照實物繪一圖，註明各部之名稱。復取殺死之家鴿，除去其翼上之羽毛及皮膚等物。折斷上膊骨 (humerus)，以全體浸水中而壓迫之，則骨之斷口，當有氣泡外發，試言其故。

(註一) 喜鵲 (*Pica pica sericea* Gould) 為我國各地普通飛禽之一種。

實驗次數.....時期.....地點.....姓名.....

家兔 (THE RABBIT)

主要目的 察視家兔之行爲；研究兔體之構造。

器具 (1)玻璃瓶或玻璃罐；(2)解剖器；(3)解剖盤；(4)卷尺。

用品 (1)迷蒙精；(2)棉花。

材料 生活之家兔；人及貓之頭骨標本。

Ⅰ 察視活兔行動之狀態及攝食之方法，作一簡單之紀事文。

Ⅱ 以活兔置於玻璃瓶或玻璃罐內，次投濕有迷蒙精之棉花於其中。密閉其口，不久，兔即陷於麻醉狀態。觀察頭，頸，軀幹，尾，肢等部，注意上

生 物 學 實 驗

膊與股懸於皮膚之狀態，及前後肢之指與趾的數目。次視其眼，鼻孔，及耳殼(external ears)。將見其眼有上下眼瞼及瞬膜，鼻上及眼之上下，散布硬鬚(vibrissas)。兔之軀幹部有胸腹之分，若所實驗者為雌兔，須檢視其腹部乳頭(teaste)之數目及形狀。尾之基部下方有肛門孔。若所實驗者為雄兔，則肛門前方有陰莖，末端為尿生殖孔，其兩旁有容舉丸之陰囊(scrotal sac)。在雌者尾之基部下方有陰門(valva)。試就兔之外形上與曾實習之蛙及喜鵲等的外形上，作詳細之比較，檢查其不同之點而紀錄之。

Ⅲ 用左手接觸於兔前肢之上膊的前面，并上下移動其前膊，以測上膊之變態。用卷尺卷於兔上膊之周圍，伸其膊，計算上膊之粗細。次屈其前膊，腹計算上之粗細記載之(茲所計算之筋肉，即稱為膊二頭肌(biceps muscles of arm)者是也。因此肌之一部有膊二條，故名。)剝去兔前肢之皮膚，使膊二頭肌一部之腱二露出。將兔之前肢向前及向後動作，以測其膊二頭肌之作用。作兔之腱二頭肌圖。

Ⅳ 剖開兔之頭部，詳察腦及神經，就所見者繪圖。附以大腦，小腦，嗅葉，視葉，延髓等名稱。並須與前曾實驗之鯊魚腦，鯉魚腦，蛙腦(參看第86頁)等詳細之比較，試述其不同之點。

Ⅴ 張開兔口，檢視其齒。另取人及貓之頭骨，檢視其齒以資比較。試作一表，將各人口中與頭骨標本中四種之齒(即切齒(incisors)，犬齒(canine)，臼齒(molars)，而臼齒又有小白齒及大白齒之分)，就其數及凹窩，一一表明之。

Ⅵ 將兔之腹面向上，用解剖刀從胸之稍下處，沿腹面中線，縱剖其皮膚，以迄尾之基部而止。隨時注意其皮下之組織，更將其剖開者，復以刀剖之，達於下層，再在左右兩前肢中間及左右兩後肢中間，與此剖開之縱線成直角處，續行剖開。於是剝其皮膚，令其向左右展開，以帽針固定之於解剖

家 兔

盤之蠟底。觀察皮膚之狀態，及腹面肌肉。復自頸之附近沿胸骨之一側，迄尾之基部，順次剖開其肌肉。向左右展開，以帽針固定之於解剖盤之蠟底上。觀察體腔分若干部？就以上所見者一一述之。作兔之諸種器官略圖，附以胃，腸，肝臟，膽囊，胰臟，脾臟（以上各部均在腹腔(abdominal cavity)內。），肺臟，心臟（以上兩部均在胸腔(thoracic cavity)，氣管及食道之後部，與血管基部亦在此胸腔內。），橫隔膜（此部分隔胸腹兩腔）等名稱。若所剖者為稚兔，則其胸腺(thymus)（註一）較大於成兔，此腺在心基下。如能發現，補繪之於上圖，并附以名稱。

VII 沿頸的腹面中腺剖開，剝去其皮膚，檢視其主要之肌肉。逐漸除去妨礙視察之組織，仔細觀察頸部腹面中線兩側及耳與頸之間的淋巴腺。同時檢視縱走於頸部腹面之氣管及食道。以探針探尋食道通連之處。剖視口腔，尋求口腔與食道分界之所在，唾腺(salivary gland)之位置，在何處乎？

VIII 細察兔之心臟及其連絡之大血管，照實物描一廓大圖。復察肺臟與外界聯絡狀況，寫一兔之肺臟圖。

IX 除去消化系統及其他器官，詳察附着於腹腔背壁之腎臟。寫一兔之排泄系統圖，附以腎臟，輸尿管及膀胱等名稱。

問題

1. 家兔比蚌，鯉魚，蛙，喜鵲等動物，所以稱為高等者，其故何在？
2. 屬於脊椎動物有若干綱？各綱異同之要點若何？
3. 吾人臂上腱二頭筋之作用與家兔腱二頭筋之作用相同否？
4. 家兔與野兔之習性異同之處如何？
5. 考察野兔或其他野生動物兩三種，適應於其環境之狀態各如何？

（註一）胸腺為內分泌腺之一種。

生物學實驗的補充工作

一 動物之採集

凡飼養動物，或製造動物標本，或用動物體之全部或一部作材料，或用活動物以供檢驗，其須先行之工作，厥為採集。蓋採集工作既成，方有實驗材料以資供給。然從事採集者，應知採集之時期地點與方法。

I 動物採集前應有之準備 採集前應準備者為器具及其他一切用品。今就小規模採集所需之重要器物言之，如採集脊椎動物，則所需之器物為獵槍，望遠鏡，帆布袋，長鐵鉗，小網(捕兩棲類用者)，竹籠，魚釣，魚網，魚膏，魚籠，手提玻璃瓶(須備兩種：一種有螺旋蓋，蓋上備有便於手提之金屬物者，一種用金屬絲網作蓋，蓋上亦須備有便於手提之金屬物者)，手提瓦罈(以金屬絲網作蓋，並須以繩繫罈，便於用手攜帶)，子彈，魚餌等。採集軟體動物(Mollusca)之蛤，蚌，蝸牛等所需之器物為撈網，鏟子，手提玻璃瓶，手提瓦罈等。採集節肢動物(Arthropoda)之蝦，蟹，水蚤等所需的器物為蝦籠(以竹劈成細蔑，編成兩個同底的圓筒，即成蝦籠)，蝦網，蟹網，丁字竹竿，草蠅，燈，手提玻璃瓶，手提瓦罈，竹籠或竹筴，鏟子，撈鉢(將木鉢連以柄能撈取水者)，酒糟(或麩皮)，草棉種子，黏土等。採集節肢動物的昆蟲類有另述之必要，故詳於後。採集環形動物(Annulata)之蚯蚓等的器物為鐵鏟，鏟子，手提瓦罈，肥皂水等。採集輪蟲類所需之器物為桶鉢之類，手提玻璃瓶，玻璃管等。採集棘皮動物(Echinodermata)之海星海燕等所需的器物為撈網，鏟子，手提玻璃瓶等。採集圓形動物(Nemathelminthes)之蛔蟲所需的器物為鏟子，玻璃盤，玻璃瓶，麝香草精，瀉利鹽等。採集扁形動物(Platyhelminthes)之肝蛭及條蟲等所需的器物為解剖器，解剖盤，玻璃瓶，

生物學實驗的補充工作

鹽溶液等。採集腔腸動物 (Coelenterata) 之水母，水螅等所需的器物為撈網，桶鉢之類，鑷子，手提玻璃瓶等。採集海綿動物 (Porifera) 所需的器物為普通爬網，長鈎爬網，鑷子，手提玻璃瓶等。採集原生物所需的器物詳第35頁茲不贅。採集節肢動物之昆虫，需用器物極多，述其重要者如下：

1. 捕蟲器 最常用者為捕蟲網(亦名捕蝶網(butterfly net))，故宜製一捕蟲網以採集捕昆虫。網之主要部為袋，可用珠羅紗(西洋蚊帳紗)為之。袋深一尺五寸至三尺，口徑一尺至二尺，漸漸由口徑縮小成圓錐形，縫其口於鐵圈之上。圈邊裝以三尺至五尺長之竹桿或木桿。網色以綠為佳。若為便於攜帶，其鐵圈於拔去網柄後，須能使之折為兩三段；網柄可作仗形，或用鐵葉管連續之，則可分解為兩三段。蝗蟲，蜂，蝶，蛾，蠅等均可用此網以採捕之。此外如掃蟲網，撈蟲網，捕蟲傘，捕蟲罩，鑷子，小刀，鋏，鋸等亦為常用之器。然有時竟可不用器具，而徒手亦能捕蟲者。

2. 誘蟲燈 用阿賽契來恩 (Acetylene) 燈，并加一殺蟲之裝置。此種裝置，其主要者為容器，漏斗，殺蟲藥等。容器可用一種桶為之，上方之蓋門有一孔，將亞鉛板做成之漏斗插入。殺蟲藥為青酸鉀(potassium cyanide) 包裹之，而掛於器內。夜間燃燈，將容器置於燈下。有趨光性之昆虫(例如衆多之蛾類) 自能飛來，落於容器而死。

3. 誘蟲物 如利用蜜糖，以誘蜂，蝶及蠅類，利用動物屍體，以引誘喜食腐物之昆虫。

4. 殺蟲器及殺蟲物 通用之殺蟲器為毒瓶，毒管，及裝入酒精或蟻醛酒(50%酒精加入同量2%之蟻醛水)之玻管。此外如迷蒙精，醋酸等，亦可用以殺蟲。為便利殺昆虫計，最宜製備毒瓶及毒管等，述其製法如次：

壹. 毒瓶 用大形廣口玻璃瓶，放入青酸鉀小塊數枚。次入石膏粉

生 物 學 實 驗

，掩蓋藥塊，注水少許，令其固黏於瓶底，上鋪棉花少許，或覆以棉紗一兩層，再用穿有多孔之厚紙覆之。瓶口加軟木塞，即成毒瓶 (poison bottle)。採得蛾蝶之類，投入立死。如赴野外採集時，宜裹以革袋，上連革帶，以便懸於肩上。此為舊式瓶之製法，若新式之毒瓶，則毒藥裝入塞中。

貳. 毒管 取布包之青酸鉀，投入大號玻管中，上加軟木塞。出外時，可置於衣袋或置於有袋之革帶各袋內，復將革帶圍於腰間即得。

叁. 裝入酒精之玻管 以50%—70%酒精分別置於玻管中，上加軟木塞。

肆. 迷蒙精及醋酸 此等藥品均可用以殺虫。

5. 容虫器

壹. 容虫箱 以桐木等輕材製之，長可尺二三寸，闊十七寸，高二寸許。有蝶鉸，能開閉，旁繫以帶，內置平滑之軟木板，即成為容虫箱 (entomological collecting case)。昆虫之在毒瓶而死者，即宜取出，以免後來者，因展轉就斃之際，損其翅上之粉。昆虫取出後，以針刺虫，插於箱中。

貳. 幼虫收容器 幼虫收容器之最普通者為幼虫筒，乃洋鐵製成之圓筒。於其蓋上穿數多小孔，通常以之收容蝶類或蛾類等之幼虫。預備飼養，或製作標本。放置幼虫於筒內時，宜將幼虫所食之植物，同時投入。此外尚有一種幼虫收容器，形狀與容虫箱相以，但周圍設置金屬小窗，上有小口及蓋，可將幼虫自由放入。再附以革帶，則攜帶尤便。

叁. 玻管 即圓筒形玻管，管口有軟木塞。大小不一，可各隨其便而應用之。此物用途甚廣，既可作為浸漬標本之貯器，復可用作殺虫器。今以之為容虫器，亦無不可。此空管放入各種生活昆蟲，常能維持其生命達

生物學實驗的補充工作

數小時或數日之久。管口之軟木塞，宜代以棉栓。

肆。植物採集箱 其構造詳述於後。凡加害植物之昆蟲，及飼養昆蟲之植物，均可用此箱收容之。

伍。三角紙包 以玻璃紙裁成長方形，其長與闊之比例約為三與二。摺成三角形紙包。除可作貯藏假標本外，復可作採集時之收容器。

陸。竹篾 以細眼之竹篾為佳。上有蓋，可以自由啟閉。可用以暫貯生活之蝗蟲或蚱蜢等。

凡出外採集昆蟲及昆蟲以外之動物，必須攜帶野外記載冊 (field notes)，標牌(宜備長方形之小洋鐵牌(須刻有號碼)及長方形之白紙片等)，鉛筆等物。此外如輕便之擴大鏡等，在採集時雖非常用之具，然在應用時，却不可少；故有時出外採集，亦須攜帶之。

Ⅱ 動物採集之時期及地點 凡採集動物者宜先選定採集時期與採集地點。若捨而不顧，而貿然攜帶器物，跋涉野外，往往勞多而收效鮮，誠不可注意者也。屬於脊椎動物之哺乳類之野兔，常棲於穴中，其地點恒與農作物繁茂之處相近。考得此動物出沒之處，而舉行採集，自易於獲得。鳥類除喜鵲等在有等地方為留鳥外，衆多之鳥，其來去之時期及棲止之地點，每因種類而不同；故採集者關於此點，不能不留意也。爬虺類之棲所，亦因種類而殊。許多無毒之蛇，常棲郊野雜草繁茂之處，淡水產之龜鼈類，多棲於沼澤，水田泥土中，故可於此等地點分別採捕。兩棲類之蛙，其生活於水陸兩處，為吾人所咸知。若於初春交尾期採集之，則雌雄常可並獲。蝶螈則宜赴山川池澤中覓之。魚類中有棲於淡水者，有恒棲於海水者，有因節期而遷至海水或至淡水者。例如欲採集金婆魚，則宜在春夏兩季至池沼採集之。軟體動物之蚌，宜至水田，河湖採集。蝸牛宜於雨後覓之。節肢動物甲殼類 (crustacea) 之蝦

蟹（淡水產者）宜赴河湖採集。節肢動物之昆虫，在四季之內雖皆可採之。然以我國大部分地方而論，春夏秋三期花朵既多，氣候亦暖，故昆虫亦較多。一至寒冬則減少，尤以我國北方爲然。惟斯時昆虫多潛伏於石塊之下，或樹皮間隙之內。凡搜集各種之虫繭及虫卵，宜於冬期草木落葉之際行之。至於一日之內，何時適於採集，則須視所採集之昆虫而異。如在暖日，欲採集蜂蝶，則以自晨八時至下午兩時之間爲宜。採集夜飛之蛾類，以在黃昏及夜間爲適。有許多昆虫，宜在朝露未乾之際採捕之，蝗虫卽其最著之也。許多昆虫，於雨後放晴之際，出現最多；故於此時採集，常獲極多之昆虫。昆虫採集之適宜地點，當亦視所欲採之昆虫而異，然以普通情形而論，凡草木茂生之處，及衆多異種植物混雜而叢生之區，生活於其間之昆虫，其數常多，不毛之沙原與瀕海之地，昆虫甚少。吾人若於夏秋之間，履及山麓，森林，池邊，溪畔等處，則昆虫生活之真像，始能一一窺見，且可於其間採集之。他如草原，田圃，庭園，及郊野之路傍等，亦屬採集之善地。關於採集之昆虫適地，茲略舉數例如下：菜圃，花園，及郊野之路傍爲採集蜂蝶之適地。森林，果園爲採集蛾類及甲蟲之適地。農田，草原爲採集蝗蟲及蚱蜢等之適地。沼池，溪畔爲採集及甲虫之沼梭蜻蛉等之適地。環形動物之蚯蚓常於大雨初止，離地覓食，故斯時宜赴陰濕地採之。輪虫類可於池沼中採集。棘皮動物之海星，海燕等應赴海濱採集。腔腸動物之水螅，則宜於淡水池沼中撈捕之。海綿動物除淡水海綿可於河溪中採得外，餘均於海採集之。

III 動物採集法

1. 脊椎動物採集法 採集野兔等小哺乳獸及喜鵲等鳥類，宜用獵槍射擊之，以槍獵斃此等小鳥獸，散彈已能爲力。採獲後如見其有血液溢出，則宜撒布乾砂或剝粉等物，用紙包之，置於帆布袋中。欲獲其巢，以資研究，

生物學實驗的補充工作

可先用望遠鏡探知其巢之所在，然後登樹將巢連枝鋸下。爬虫類之無毒蛇，與龜鼈等，可用長鐵鉗夾捕之。多數之兩棲類之蛙，蠓蟻等，可用蚯蚓爲餌以釣之，有時用小網採集之亦可。採獲後，可暫置於手提瓦罈內或竹籠中。魚類常各因習性之不同，採集之法，亦不得不異。或用網，或用罾，或用釣，或置魚餌於籠中，沈諸水底以誘魚類。凡不易採得之魚，宜托魚夫採集或向魚夫購求之。採獲後，置於盛水之手提玻璃瓶或其他貯水之器內。

2. 軟體動物採集法 軟體動物之蚌，可於河湖中覓得，以手拾取之，投入手提玻璃瓶內或手提大瓦罈內即得。軟體動物之蝸牛，可於陰濕之處，搜索樹木牆壁草叢或朽木石下，而採集之。

3. 昆蟲類採集法 採集昆蟲之法，常隨種類而異。常用者有網取法，攝取法，引誘法，撈捕法等。其中以網取法爲最常用。採集蝗虫，蜂，蝶，蛾，蜻蜓及蠅類等形體稍大之昆蟲，宜用網取法。茲先就捕蝶之法而略述之，捕蝶之法，宜俟其靜止不動時，用捕虫網掬之，再將網柄一捻，蔽塞網口，則蝶入網而不得脫。若欲掬捕飛行之蝶，則須敏捷輕快，以網口迎蝶，視其飛行之速度，估定下網掬捕之遲速，然舉網一兜，迅將網口折轉。如蝶已入網中，宜俟蝶翅上疊而靜止之際，從網外以指壓迫其胸部之側面。即用帽針或刺虫針刺其胸側而置於容虫箱內，或入於廣口之毒瓶中。歷十五分鐘後以攝子挾取之，斯時須慎防翅粉之脫落。既出毒瓶，即可置之於容虫箱中，或用鋼筆尖蘸草酸液注入胸部亦可。採集蛾類，蜻蜓，蠅類等，其法與施於捕蝶者相仿；惟可將採得之虫，逕投入毒瓶中。有毒刺之蜂類，亦可用網取法，蜂既入網，宜用攝子移入毒瓶。在手術純熟者，祇須左手提起網，右手持毒瓶，伸入網口而移入之。蝗虫亦可用網捕法得之，而逕投於毒瓶內，若欲保存其生命，則可置之於竹篋中。許多昆蟲棲息於雜草叢生之處，儘可用掃

兜掠，往往可獲無數之蚱蟻及其他許多昆蟲。如有所獲可將蟲聚集於網底，再移入毒瓶或竹篋中；其小形者分別置於毒管，酒精玻管，或空玻管內亦可。飛翔之甲蟲，當亦以捕蟲網捕之，若潛伏於石塊之下，塵芥之間者，則宜以簍子或甬捕之，所謂撮取法者是也。許多甲蟲，宜用打落法捕之，即預設捕蟲傘於樹下，力撼枝葉，以便其墜落於傘而採集之。許多昆蟲宜用引誘法以誘捕之如用誘蟲燈以誘捕夜飛性之蛾類，及其他昆蟲（如甲蟲，雙翅類等。）用蜜糖以引誘蜂，蝶，蛾及蠅類。用動物之肉片，或蔬菜，瓜果等，拋置山野各處，以誘甲蟲。有許多昆蟲可利用動物之屍體或腐敗之瓜類以引誘之。水棲之昆蟲，則宜採用撈捕法，通常先用竹竿撥動，使蟲浮於水面，然後用撈網掬捕之。於是置於盛水之器內，或盛酒精之玻管。以上所述，就採捕成蟲之方法言之。至於採捕幼蟲或採捕蛹卵之方法，視昆蟲之種類而異。有用撮出法者，有用撈捕法者（水棲昆蟲其幼蟲及蛹固居於水中，有許多水棲昆蟲，自卵至成蟲一生中，並不完全在水中生活，在成蟲時代，離水而生活者頗不少。）有須連同植物採下，納入植物採集箱（詳後）或幼蟲收容箱者。凡採得之昆蟲，如為飼養或為考察其生活狀況者，均應投於適當之容器內，並設法維持其生命，而不宜立殺之。

4. 甲殼類採集法 欲採捕甲殼之蝦，可取一長草繩每隔二三尺繫一蝦籠。各籠投入酒糟或麩皮少許。乃乘舟沿河沈蝦籠於水中。翌晨，將蝦籠曳出水面，籠內常匿有蝦。或以蝦網放於水濱，而以丁字竿在岸邊攪動，則河岸洞隙中之蝦，恒因受驚而出，投入網內，提網出來，亦可獲蝦。採獲之蝦，宜入貯水之瓦罈內。欲採捕甲殼類之蟹，可先取草棉種子炒熟，加入稗子少許，再攪入黏土捏成糰，在近岸處每隔三四丈處投入此物兩三枚於水中，在岸上作記號。夜半，攜蟹網及丁字竿至記標處，投網置於水底。乃用丁字竿

生物學實驗的補充工作

向網口趕逐，苟蟹來食小糰，往往受驚投入網中，提網出水，往往獲蟹。甲殼類之水蚤，可於湖沼中用撈網撈取之。納入貯水之手提玻璃瓶內或貯水器中即得。

5. 環形動物採集法 環形動物之蚯蚓，可於雨後搜集或掘陰濕之土中而採集之。若於陰濕之地，傾肥皂水一盆，則蚯蚓常出地面，可用撮子拾取之，納入手提瓦罐或盒內。

6. 輪虫類採集法 以撈水器或桶鉢之類撈取各池沼之水，分別入手提玻璃瓶或玻璃管內，旁貼票籤，註明地點及池沼名稱。置顯微鏡下，逐一檢查，擇其有輪虫之地點池沼名稱，錄其名於記載冊中，以便下次按地採集。

7. 棘皮動物採集法 棘皮動物之海星，其採集法在第168頁已詳述，茲從略。

8. 圓形動物採集法 圓形動物之蠅虫，其採集法詳第167頁中，茲不復贅。

9. 扁形動物採集法 扁形動物之鈎條虫，因其寄生於人類之腸中，檢查患者之糞，常可採得其成熟之片節體。欲得鋸條虫及藕條虫，可於剖開兔或鼠之體腔時，如在肝中發現白塊，其內即有此虫。欲得寄生於家畜之各種條虫，可托屠戶代覓。

10. 腔腸動物採集法 腔腸動物之水母，浮游於海面，可用撈網徐徐掬之。仔細納入盛海水之大手提玻璃瓶中，或以桶鉢之類，沉於海中，將動物與海水共汲出之亦可。欲得腔腸動物之水螅，可撈取池沼中之植物，置於盛水之玻璃器中，置於窗上，兩天後，仔細檢視其中有無水螅（此物常附著於玻璃或植物上）。產水螅之池沼不易尋出，如發見產水螅之池沼後，亟宜記錄其地點及池沼名稱於記載冊中，以便下次採集。

11. 海綿動物採集法 纖維海綿之浴用海綿，可在潮退線之下面，用長

生 物 學 實 驗

鈎爬撈及雇潛水夫採取之。玻璃海綿可用爬網採取，或雇潛水夫潛入海中以採取之。許多石灰海綿可於海潮時用爬網於岩石上將海綿刮下。凡採獲之海綿，均宜入於盛海水之器內。淡水海綿常附於河邊溪畔之橋柱浮木及石上，宜用刀或爬網採取之，亦宜入於盛水之器內。

IV 採集動物時之記載 採集動物，將來若製為標本，則色彩常有改變，而產地，生活狀態及其環境等項，日後尤易遺忘；故採集動物時，宜隨時攜帶野外記載冊，摘要記載。此外如標牌，鉛筆等，亦須携備。野外記載冊以活頁為佳。冊皮宜用硬皮，以便携帶時不易折皺。記載項目，固愈多愈佳，但欲於每項之下，均作詳細之記載，有時恐為時間所不許。故所列項目，以適於實用者為良。茲錄國立北平研究院動物學研究所野外記載之項目（此等項目，亦為編者所擬定，用此書者如認為有增刪之必要，則可增刪之，諸種項目最好預先印於記載冊上之正面，反面為作圖之用。）如下：

採集號數.....	標本號數.....
普通名.....	科名.....
學名.....	
採期.....	採集者.....
產區.....	
產處.....	
體色.....	兩性.....
習性.....	
用途.....	
採法.....	
特別記載.....	
.....	

生物學實驗室補充工作

Field No.....	Specimen No.....
Common name.....	Family
Scientific name	
Date.....	Collector
Locality	
Habitat	
Colour of body.....	Sex.....
Characteristics	
Economic uses.....	
Collecting method.....	
Special notes	
.....	

普通可用漢文記錄，若為專門研究，為便於寄請他人訂定學名則以英文為佳。各項應記事件說明如次：

1. 採集號數 將採集號數書於記載冊後，即另以白紙製成標牌寫同樣之號碼，繫於動物體上。若動物須浸於液體時，則宜用普通鉛筆繕寫，忌用墨水，因墨水易於脫色也。若標牌為洋鐵片，則其預刻之號碼，須與記載冊上所書之採集號數相符，庶不致發生錯誤。

2. 標本號數 一種動物常不能同時採獲，故採集之號數與標本號數不能相同，宜另行編定。

3. 普通名 即指非學名而言。如 *Cyprinus carpio* L. 為學名，鯉魚為普通名。我國普通名以見於前人之記載於書者為準。而搜求各地之俗名，尤為重要。若俗名舊名均付缺如者，無妨將外籍之普通名譯成一名亦可。再不然，更可視其特異之點，暫時杜撰一名，以待日後之訂正。

生 物 學 實 驗

4. 科名 當時如能知其屬於何科，即宜記入，有疑似者，可加？號，不知者從缺，俟考證明確後添入。
5. 學名 採集時，如不能指出其學名，儘可從缺，俟他日考證明確方可補入。
6. 採期 採集日期必須填明。
7. 採集者 記明採集者姓名，於交換標本或將標本寄贈他人時，必不可少者。若祇自藏，不妨省略。
8. 產區 產區係指行政上之地域言之。如某省，某縣，某村等是。
9. 產處 產處指地域之種類與性質而言，如平原，田園，山麓，山頂，林地，池沼，溪澗，河川，海濱等是也。又如產輪虫或水螅之池沼名稱，亦須記入，則第二次採集時，不致茫無頭緒。
10. 體色 許多動物，製為標本後，其體色每易於改變，如魚類即其最著之例也；故於採集時宜記載之。其他不易改變色者，儘可從缺。
11. 兩性 如雌雄或雌體同體是也。若臨時不能認出，則留之以俟他日之補入。
12. 習性 習性係指各種生活狀態及其性質而言。前者如空中生活，地面生活，伏蟄生活，淡水生活，鹹水生活等是；後者如肉食性，草食性，雜食性，寄生性等而言；他如聲音，動作等亦屬此項。
13. 用途 用途一項，宜就近地居民詢問，可作研究之參考。或從缺亦可。
14. 採法 採集方法如射擊，網掬，網撈，餌誘，或自屍體取出等皆是，宜記載之。
15. 特別記載 關於動物及其環境一切狀性情形，以及上述十四項中所

生物學實驗的備充工作

不能包括者，如動物之接合期，生卵期，及互棲，羣生等現象，均可摘要記入。

關於動物之本身或其環境情形，或其分布狀況，如用文字難以寫出者，則可作圖於記載冊中空白之面以表出之。如是，則可補助文字記載之不足。

二. 動物之飼養

實驗所需之動物，因須有種種之試驗，故不能不將動物用人工飼養（時間之長短當視所需要者而定。）惟動物在人工飼養之環境中，與自然界環境中生活者大有不同；故在可能範圍內，宜應用人工造成自然界中諸種環境。使一方飼養，一方考察其形態，習性，發育，生態或遺傳等。然尋常最簡單之飼養、僅為考察其生命史，習性，或養成製作標本之材料而已。本書各課實驗所需之動物甚多，若一一用人工飼養，勢所難行。且有許多作實驗材料之生活動物，飼養極短之時間已足。是以此處僅舉需要較切，及飼養時間需要較長之動物言之，如金婆魚，昆蟲，水蚤，水螅等，即其例也。

I 金婆魚飼養法 金婆魚之飼養法詳第 148 頁。普通可置於盛水之玻璃缸中飼養，或用水族器飼養之亦可。水族器在實驗室中應用極廣，普通有兩種：第一種為簡單之水族器，以玻璃為其主要之部分之口徑十至十二英寸不等，以之座於木塊之窠處，使玻璃缸放置安穩之處即得。此種水族器價極低廉無論何校，均可購置。第二種以金屬為架，四面鑲以玻璃，空隙之處，填以紅鉛。金屬上塗以綠漆。器上有鋅製的網眼之罩。此種水族器普通長十四英寸半，闊十英寸，深十二英寸，其罩高五英寸半。紅鉛微溶於水，故先須加水撤換數次。次取粗沙及小石洗淨置於沸水中，以殺死水生之菌類。然後置之於器底，加水後，放入水草（例如苦草，金魚藻等。）以線縛水草之根，縛於小石上，並加放入浮萍，任其浮於水面。水族器除穢或換水時，宜利用

彎吸管。

Ⅱ 昆蟲之飼養 飼養昆蟲所需之器具，其重要者為飼蟲器（即昆蟲飼養器）。約有五種：第一種為裝抽屜的飼蟲箱，其箱以方約一尺高約二尺為宜。箱之四週宜張於金屬絲網。其一面設可以開閉之門。上面及下面可張木板。箱之下部，設一深三四寸之抽屜，內側張亞鉛版，裝入泥土，約占全抽屜十分之七。稍噴清水，使土微帶溼潤，即將飼蟲植物插於其上。白粉蝶即可用此箱以飼養之。第二種為裝水瓶的飼蟲箱，其形式與第一種相仿，惟底部不設抽屜，而設一平板置一水瓶於其上，插入飼蟲植物，更放入昆蟲即得。第三種為野外飼蟲箱，為一無底之箱，即四面及上面均張金屬絲網，其四週之一面，可以自由開閉。以之罩於自然的植物外面，而飼養之。第四種為燈罩飼蟲器，此器乃於花盆中盛以泥土，盆內栽種飼蟲的小形植物，用美孚燈的玻璃罩罩於外面，然後將蟲放入。用金屬絲網閉其上部即得。第五種為水棲昆蟲飼育器，為飼育蚊之幼蟲等所用之器。可用玻璃缸或其他玻璃器為之，用水族器代之亦可。當飼育時器底須填沙土，厚約一二寸，並列小石層，種植水草。徐徐注水，然放入所飼之昆蟲。器上覆以金屬網即得。至於家蠅之飼育器詳第145頁。飼養蠶所用之器具較多，茲不贅。重要之飼蟲器既如上述，此外應注意者即在採集昆蟲時遇有附着於草木枝葉上之蟲卵，可同時並採集之。若遇蟲卵孵化之際，可將其所附之植物以飼養其幼蟲，務令適宜於昆蟲自然之生活狀況，其他飼養上應注意者，有下列諸點：（壹）飼蟲器之環境與該昆蟲在自然界中之環境相仿。（貳）行室內飼養時，宜備寒暑表，乾濕表。注意使其得適宜之溫度濕度及光線。以普通情形而論，溫度高則其生育速。各種昆蟲各有其最適之溫度，惟尋常以 25°C — 37°C 為適。濕度高，則其食慾減，運動遲；過於乾燥則於其生理有所不宜，且其食物，易於萎謝。飼養於玻

生物學實驗的補充工作

器中之昆虫，若為直射光線所射入，則於昆虫之生育亦有妨礙。當昆虫眠期，羽化期，越冬期，最忌乾燥，在必要時，須注入水分，或放入水充足之植物，以圖補救。(叁)飼蟲箱之一面，宜置於黑暗之方向，俾交換植物時，昆虫不能乘間逸去。(肆)肉食性昆虫，宜先察知其捕食之動物，代為捕集而飼養之。例如飼育瓢虫，則應給以蚜虫。(伍)昆虫中至蛹化期者，宜充分給以蛹化之材料，例如繸葉成繭者，須放入植物葉，入土蛹化者，須放入泥砂是也。(陸)水棲昆虫，宜審知其生活之水為流水抑為靜水，飼養器即準此布置之。(柒)飼養室與飼蟲器內，均宜令其清潔，如殘滓及糞便等，宜隨時除去之。(捌)飼養器若有泥土者，則宜隨時更換。水棲昆虫飼養器之水，亦常常更換。飼養時宜隨時防其敵害之侵入。(拾)飼養期中，每日至少在晨昏各觀察一次，將觀察事項，隨時記入昆虫飼養日記冊中。於必要時，並須作寫生畫，以備日後之參考。

家蠶之小規模之飼養，並不甚難，飼養方法可參考養蠶學專書。

III 水蚤飼養法 水蚤不特為實驗室常用之材料，且為金魚，金婆魚等魚類，以及水螅之良好飼品，故實驗室中宜飼養之。欲飼此物，須先作一水蚤培養液(以Canary guano 25 g. 與雨水或池水 $\frac{2}{3}$ 加倫(gallons)造成一種溶液，加熱後，冷卻之，加以濾過，以美眼虫及池中普通之綠藻養於濾液中，然後靜置之，迄綠藻繁生為止。)注此液於飼養水蚤之水中(其配合量為水蚤培養液五十滴與水500C.C.之比，餘可類推。)則水蚤自可繁育矣。

IV 水螅飼養法 將採獲之水螅連同池水入於小水族器中。在夏季每週換水一次，在冬季則次數可酌量減少。飼以水蚤或其他微細甲殼類即得。至於水蚤之飼養法，已詳述於上。

三 動物標本製作法

動物標本之製作法可大別爲五種：即剝製法，浸漬法，乾製法，骨骼標製法，顯微標本製法（如動物組織及原生動物等之標本製作法，前已詳述，茲從略）。第一法係先剝去動物外皮，繼施防腐之藥，而以麻屑，棉塊，鋸末，金屬絲，金屬條等物代其體骨骼，筋肉。製成之標本，謂之剝製標本。此類標本又可別爲兩種：一爲裝成動物死狀者，曰皮相標本；一爲裝成活時自然姿勢者，曰姿勢標本。脊椎動物之哺乳類，鳥類，爬蟲類，兩棲類，魚類均可用此法製成，哺乳類鳥類尤爲常用此法。第二法係用種種液體浸漬之，以圖保存其外形，不致大起變化。其製成之標本，謂之浸漬標本。此種標本不特以表示外形，並須以能作解剖之材料爲佳。有時解剖之，專以顯其某系統器官者，特稱爲解剖標本。脊椎動物之爬蟲類，兩棲類，魚類，軟體動物，節肢動物，環形動物，棘皮動物，圓形動物，扁形動物，腔腸動物，海綿動物均可用此法，故應用極廣。第三法將動物體之全部或一部乾製之。例如昆蟲，介殼，海綿等皆可用此法製之。骨骼標本之製作法原亦屬於乾製法，惟手續較多，故本書以之另爲一法。

製作動物標本時所需之藥品及其他一切雜品甚多，其名稱詳後。其需用之器具亦不少，重要者，如解剖器，解剖盤，金剪，螺旋型，填充器，鑷，金剪，鋸，鋏，各種錐，鑿，革砥，石砥，劃玻器，捲尺，綱筆規，天秤，量筒，吸管，注射器，諸種標本玻瓶，諸種玻管（管口有軟木塞者）（此等玻器可從上海老豫泰玻璃廠購定）等。製作昆蟲標本所需之器具尤多，其最重要者爲昆蟲針與展翅板：

1. 昆蟲針(Insect Pins) 針爲細長金屬所製成，用以刺貫虫體。其形式不一，分爲德國製及英國製兩種。普通多用德國 Klager 廠所製之第一，三，六號三種。

生物學實驗的補充工作

2. 展翅板(Spreading Board) 用以伸展蜂,蝶,蛾及其他昆蟲之翅之器具也。其構造有種種。欲製此板,可用桐木或杉木作一長方形板,附着小木片三個,木片上更固着板片兩塊,中留一溝,溝下鋪以軟木板。凡預備展翅之蟲,必先納入溝道中,其左右兩側之板面,即為伸展其翅之處也。至於張翅之板面及溝道之廣狹,則視乎欲展翅之蟲軀及翅之大小而異也。

他如帽針,刺蟲臺,止蟲鑷(與牙醫用之牙鉗相似),幼蟲乾燥器(簡便之幼蟲乾燥器,則宜以乾燥之砂粒置金屬器中,移此器於鐵製三腳架上,更於器上,橫置一燈罩,以棉塊塞其小口。置酒精燈於三腳架下,熱之,使熱由砂粒傳入燈罩,即可用乾燥諸種昆蟲之幼蟲矣。),濕蟲器(以砂粒少許置於廣口玻瓶中,再將水滴入其內,使砂粒濕潤。復加入石炭酸數滴,則更能預防菌類之發生。),貯蟲器等亦為重要之器具。

I 脊椎動物標本製作法

1. 哺乳類及鳥類標本製作法 哺乳類及鳥類標本之製成,俱用剝製法。獵得之鳥(以喜鵲及鴿為例。)如尚活者,宜用棉花蘸迷蒙精數滴以麻醉之。凡鳥類在未經剝製以前,宜測其體長,翼長,尾長,喙峯,跗蹠及中趾(除爪)之長,一一記錄之,並記其虹彩及喙,足之色及其他特徵。次則清除其血迹或泥土等。以棉花或麻屑塞其口部及肛門,以防污液流出。又貫線於鼻孔,結之於下喙,而殘餘其線頭。另取白紙一方,鋪於桌上,將鳥體仰臥。即以針撥開腹部羽毛,沿腹部正中,用解剖刀縱剖其皮膚,斯時不可令刀尖深入內部,而其裂口則可從胸下至肛門。於是以刀尖揭起其皮,即用左手執之,以解剖刀之木柄分離皮膚肌肉間之組織。漸向左右,徐徐剝之,剝開之際,其羽往往與皮肉相黏,致被污穢。宜以石膏末或粉筆末(玉米麵或稻米粉亦可代用。)撒之,以防此弊。至若血液及脂肪滲出之處,尤宜撒布多

量之石膏末或粉筆末。剝至足，則於自膝關節切斷。腰部之皮，宜自左右向背面及尾部剝之。乃以剪刀割斷尾椎骨及其周圍之筋肉。由此漸向上剝。達於翼時，自翼之上膊骨處切斷，俾與軀幹脫離。頸皮宜反轉剝至頭部。剝至耳眼，應特別小心，以防割破。剝至喙之基部，即可將頸截去。挖去其腦，鈎去其舌，挑去其眼。繼又將足翻轉，祇除去其筋肉，毋須剪去其骨，而塗以亞砒酸(arsenic acid)末，繞以麻屑棉塊，使與原來足之大小相等。更將殘留於翼骨之筋肉除去，並以亞砒酸末塗之。皮之內面如尚有殘留之筋肉及脂肪等均宜除去，以亞砒酸末塗皮之內面，頭骨，及其他殘骨。惟亞砒酸有劇毒，用時宜注意。若欲製成皮相標本，可用鐵絲(即鐵線，其相度隨動物之大小而異)通頸以達頭部，其端穿頭骨之頂，而突於外，再曲折而插入於內，使其固定。次於眼窩及頭蓋中，填以棉花，將頭頸反轉之皮復原。此時若引豫先貫穿鼻孔之線，最為便利。另用棉塊麻屑等物為材料以線縛之，作成假體，其大小須略小於原來之軀幹。乃用一端已固定於頭部之鐵絲的後端，貫穿假體，使鐵絲後端，更貫穿尾骨，而游離於外，鐵絲最末端約達尾部之後，曲作一環。用鐵絲支持兩翼之臂而連繫之於假體。復用棉花麻屑插入頸部，兩翼間。更用棉花麻屑填滿胸腹部，縫合皮膚之割口。當縫合皮膚時，如發覺某部有填充棉花之必要，則須以棉花陸續充填之，但不可過多。縫合畢，則兩足宜使其交叉，復以線縛其交叉點，乃從口至喉填充棉花。上下喙宜用線結之以防開口。解剖鳥體檢視其為雌抑為雄，而記載之。至於記載之票籤可懸於足上。左右兩翼宜使之疊於體側。以上係皮相標本之製作法，若欲製成姿勢標本，則不可不熟知鳥類之生活狀態，使製成之標本與其天然姿勢相彷彿。先如上法剝製及塗防腐劑，次則注意裝置，其體內宜用鐵絲數條支持全部而保其形狀。其中之一鐵絲一如製皮相標本時運用之方法。頭頸皮膚之反轉復

生物學實驗的補充工作

原，假體之製法，亦如上法。鐵絲須插入假體中即得，但不須向外突出。兩翼亦用鐵絲支持，而連於假體。又一鐵絲穿通尾羽基部之骨，別用二鐵絲自蹠底穿入，貫通足骨而插入假體，其端突出於假體外，而更折入之於假體內。(另有一法，可不作假體，而僅用鐵絲者，即先作一環，以此環為中心，其前連一鐵絲，支持頭頸部。後端連一叉狀鐵絲，支持尾部。前端鐵絲之左右兩側各連一鐵絲，支持兩翼。後端之鐵絲兩側各連一鐵絲，以支持兩足。)至此，頭頸骨塞以麻屑及棉花，更須檢視體部一遍，漲者縮之，凹者以棉花充塞之，務使其姿勢與生者相似。各部均滿意，乃用針線縫其皮膚之割口。眼部先填以油灰，嵌上玻璃製之假眼。此假眼應照真眼著色。如羽毛有污染時，則以棉花蘸安息香油(benzoline)，順羽毛擦淨。更加燒石膏於其上，有成塊者，則以指彈去之。血污之處，先加以水洗淨。再如上法，以安息香油及燒石膏洗刷之。然後擇樹枝或木板，穿過足部之鐵絲，固著於其上。並安排頭頸翼尾等部之形狀，使成天然之姿勢，用線縛束全體，附以標牌即得。

剝製哺乳獸，亦宜先測各部之長，及其他重要事項，紀錄之於記載冊中。剝製之法，自胸部以至尾基部，沿腹面正中而縱剖之，向左右剝離。前肢自肩關節割斷，而脊椎則自尾基部割斷。由是向上剝離，及於頸，頭，與剝鳥同。剝至鼻端，其唇則自顎割離之。頭自項部與脊椎割離。除去頭骨之腦及筋肉與口內之舌，及其他柔軟的組織。次剝四肢之皮，去其筋肉，並拔其尾骨。至於附着於皮膚之脂肪等物皆宜去之，以全皮膚浸入明礬食鹽液(明礬四斤，食鹽三斤半，硫酸四錢，清水五斤配成，分量之多少，可由此類推。)如家兔及野兔等小獸，浸一星期即足。取出，以布拭之。皮之內面塗以亞砒酸末。製為皮相標本或姿勢標本，其法與製鳥標本略同。

採獲之鳥巢，如欲製成標本，可用同色之線或銅絲綴之以防崩壞。裝置

之法視巢之情形而異。如喜鵲之巢，可裝置於樹枝間。

採得之鳥卵，去其內容物，方易保存。法以鑿卵鑽穿小孔於卵之側面，於其同側距離稍遠之處，更穿一小孔。振盪之，以吹管徐徐送入呼氣，則內容物漸次溢出。將成胚或將孵化之卵，宜穿稍大之圓孔，用鈎針引出之，或插入尖端細小之剪割去其一部，以尖端最小之鑷子摘去之。如斯摘出數次，迄內容物除淨為止。若用此法，尙未能除淨，則可用鈎針插入卵內，旋回之，以碎其胚，將其孔向上，注入清水，置於盛有木屑之器內。移置近火之處，使內容物腐爛，然後以鑷子摘出之。用石炭酸注入卵內，洗淨之，即成爲鳥卵標本。

2. 爬虺類及兩棲類標本製作法 爬虺類之蛇類雖可用剝製法以製成之。然普通多用浸漬製法。先用70%酒精浸之，繼移浸於盛有80%酒精之標本玻瓶即成。蜥蜴類亦宜作浸漬標本，先浸入50%酒精片刻，繼移至70%酒精，終浸入80%酒精中保存。兩棲類亦宜造成浸漬標本，成長之蛙宜浸於80%酒精中。凡動物體之較大者，宜從其腹部註入保存液。蛙卵在分裂先期，宜用推來司納卜氏液 (Tellyesniaky's solution) (由重絡幣鉀3g.，冰醋酸5cc. 蒸溜水100c.c. 製成。) 保存於2%蟻醛水中，若在分裂期後，則於固定後，浸於70%酒精中。若欲製成蛙之發育順序標本，則宜取卵以至成蛙所經各期標本，浸於盛有70%酒精之小玻管中，用鐵絲將管依次固附於木片上。再將木片浸於盛有70%酒精中之大玻瓶中即得。

3. 魚類標本製作法 魚類有造成剝製標本者，有造成浸漬標本者，然以後者爲便。浸製之法，宜以魚先浸入30%酒精中數小時，取出，以清水洗淨之，再依次移入50%及70%中酒精中，終移至75%中，或用4%蟻醛液浸之亦可。魚體之大者宜從腹部注入酒精而振盪之，以免內部先腐。

生物學實驗的補充工作

4. 脊椎動物骨骼標本製作法 脊椎動物骨骼標本之製作法，並不困難，宜先選其十分成長之動物，將其皮剝去。浸於水中煮之，至筋肉收縮與骨骼分離時。乃將該動物取出，乘熱以鑷子鉗去筋肉。若不能一時除去，則再置水中煮沸之，然後依法鉗之，至盡去筋肉爲止。若爲哺乳類及魚類之骨骼，用鑷子不能除盡筋肉時，宜將骨骼置於冷水中浸之，由數日乃至二週間，俟殘肉既淨，乃取出乾之。如骨骼有脫落者，須以膠水黏之。既畢，乃用銅絲穿之，同時整理其姿勢，而裝於木臺上，標記其名稱。若欲使哺乳獸之頭部另裝，則可自其頸部固着於木板上，使其頭部向前。若欲使魚頭另裝，則可將頭部之骨折離，依次貼於絨上。

II 軟體動物標本製作法 瓣鰓類之蚌，宜造成浸漬標本。將蚌浸入熱水中，至殼開爲止。去其左殼，將右殼及蚌體浸於蟻醛酒(formo-alcohol)(爲2%蟻醛水與50%酒精，同量混合而成。)中。其左殼俟乾燥後置於分格之紙箱中，墊以棉花。許多貝殼標本均可用此法處理之。腹足類之蝸牛可取其活者，置於瓶中注入冷水，將及瓶口上，加熱水至水溢出爲止。用蓋密閉之，一兩天後，以鉤鉤其體，回旋引出，浸於蟻醛酒中以保存之。其殼宜先浸入70%酒精中，四五日後，用水洗淨，俟十分乾燥後，方可置於分格紙箱之棉花上。

III 節肢動物標本製作法

1. 甲殼類標本製作法 欲將甲殼類之蝦蟹造成浸漬標本，宜將其浸入蟻醛酒中。蝦之大者，可作解體標本。其法先分離頭胸部與腹部，去其筋肉，次將附屬肢與體分離。但在右面之附屬肢，僅分離各肢之關節，去其筋肉。胸腹之關節，亦須離解，而除去其筋肉及內臟，以水洗淨後，內塗亞砒酸。乃將頭胸部貼於敷鵝絨(velvent)之箱中的絨上。左面之附屬肢，依次用膠水黏着於體上，與天然姿勢相仿。右面之附屬肢，亦依次黏於絨上，但

每肢之關節，相隔少許。至於腹部則可將體節分爲七節，黏於絨上，每體節相隔少許。中軀前節所具之附屬肢，外塗假漆 (varnish) 以防蠹蝕。蟹亦可作解體標本，其製法與製蝦者相仿，惟其腹部宜除下。

2. 昆蟲標本製作法

壹、膜翅類標本製作法 膜翅類(Hymenoptera)之蜂，可用展翅法製成乾製標本。從毒瓶或盛酒之玻璃瓶取出已死之蜂，以刺蟲針刺其胸部，將蟲體入於展翅板之溝中，以針刺入軟木板片。於是將解剖針擴展其翅於左右之板上，扶正翅之位置。再用預剪之細長式厚紙覆於翅上，以帽針貫厚紙之兩端，而固定之。次將觸角及肢等，加以整理，使合於自然姿勢，附以票籤。然後放入貯藏展翅板之箱中，俟蟲體乾燥，將其移入標本箱中。小形之膜翅類可用黏蟲法，使製成標本。即取黏蟲紙（名片紙，雲母板，玻璃片等之總稱。）黏貼小蟲，須將蟲體，稍偏於一方。預先在黏貼之部分塗以黏蟲膠，然後將蟲之觸角及肢伸展，而置於其上面。若所用之黏蟲紙爲名片紙，則可於紙片之一端，貫以刺蟲針。膜翅類之蛹，幼蟲及卵均可用浸漬法。普通先放入50%酒精，再移入70%中保存之。或以蟻醛酒保存之亦可。

貳、鱗翅類標本製作法 鱗翅類(Lepidoptera)之蝶蛾，亦如膜翅類之蜂，用展翅法製成標本。其法與製蜂類標本相似，惟蝶蛾類中腹部之肥大者，宜切開腹部正中，除去內臟，塗以亞砒酸末，填以棉花或燒石膏等物，方可先用刺蟲針刺其胸部。至於以展翅板展其翅，并用紙固定其位置等手續，當與製蜂類標本無異。但左右前翅之後緣，須令其橫作一直線爲佳。乾燥後，即可置於貯蟲箱內。若蟲體之乾者，則宜以濕蟲器潤之使軟，然後製之。此種手續，不特處理蝶蛾爲然，即其他已乾而須展翅之昆蟲，亦恒用此法。蝶蛾之蛹及幼蟲可浸於酒精中，或作乾標本亦可，惟後者手續較繁，尤以幼

虫爲然，茲略述幼虫乾標本之製作法如下：卽於肛門處用小刀略爲割開，以軟手巾裹之，先從肛門處揉去虫體內容物，使其淨盡。浸於純酒精中片刻，以小玻管插於切開之肛門，徐徐吹入呼氣，而乾燥之。至此，需用幼虫乾燥器，卽將幼虫插入器之燈罩內，下面加熱，乾燥之。俟幼虫乾燥，卽可除去小玻管。鱗翅類中其卵若附著於植物體之某部上，可連同植物保存之。如製成標本後，卵常脫落，故須塗以阿拉伯樹膠，使其固定。若作散卵標本，可黏於黏虫紙上卽得。卵殼與蛹殼均爲製作標本之良好材料，以其便於保存故也。鱗翅類之卵用浸漬法保存之者，亦甚普通。蛾蝶類中之侵害林木或農作物者，可將被害植物製成臘葉標本，並可將成虫或幼虫等附於其上。又各種害虫或益虫宜製爲發育順序標本，藉此可研究其生命史。今試取家蠶爲例。第一爲卵；第二至第五爲由繭出之幼虫至終於四眠各期間之幼虫；第六爲切開繭之一部，表現內部之蛹；第七爲蛹；第八爲雌蛾；第九爲雄蛾；分期製爲標本；排列一處，以記其發育之順序。

叁. 直翅類標本製作法 直翅類(Orthoptera)之蝗蟲，蚱蜢等可用針刺法製成標本。體之大者應先除去腹中內臟，塗以亞砒酸，填以棉花。乃將針從中胸之背面中央穿向腹面，或從右翅之肩部插入亦可。次乃整理其觸角及肢，任其乾燥卽得。蝗虫蚱蜢之成虫前翅與後翅形狀不一，可用展翅法，將其翅作展開之姿勢後，翅之前緣，須左右成一直線，以示其狀態。蝗虫可製解體標本，爲教授昆虫體各部之名稱與形狀之良好資料。製法，取完全之蝗虫，投入酒精中經過一二日，乃分解其各部，除去筋肉及內臟，塗昇汞水於皮膚內面，口器，各肢等部，而乾燥之。預以厚紙製成有玻蓋之箱，箱內之底面，敷以鵝絨。將解體之各部，依次黏着於鵝絨上面。其所用之糊若爲平常之糊，則宜加入亞砒酸末少許，以免蠹蝕。蝗虫之幼虫與卵可用浸

漬法以製成標本。

肆. 其他昆蟲標本製作法 鞘翅類 (Coleoptera) 普通用針刺法製成標本，刺下之位置，應在右翅之肩部。其小形者可用黏虫法，蛹，幼虫及卵可用浸漬法。擬脈翅類 (Pseudoneuroptera) 之蜻蜓，普通應採展翅法。此類之蛹，幼虫與卵可用浸漬法。

Ⅳ 環形動物標本製作法 環形動物之蚯蚓宜製成浸漬標本。將蚯蚓置淺水盤中，注95%酒精數滴，使其麻醉。若仍活動，則數小時後，再加數滴，迄其麻醉為度。乃浸於50%酒精，凡五小時，移浸於70%酒精中保存之。

Ⅴ 棘皮動物標本製作法 棘皮動物之海星，其製為標本之方法，詳第168頁中。

Ⅵ 圓形動物標本製作法 圓形動物之蛔虫殺死後，宜用蟻螫酒浸之，使成為浸漬標本。

Ⅶ 扁形動物標本製作法 扁形動物之條蟲宜先浸於10%食鹽液中，次移於10%酒精，各歷一小時。取出，夾於兩玻片之中間，以線繫其兩端，浸於盛有70%酒精之標本玻瓶中，即成為浸漬標本。

Ⅷ 腔腸動物標本製作法 腔腸動物之海葵，製充分展開其觸手之標本極難。將採獲之海葵入海水中，俟其收縮之觸手，漸次伸出時，急入明礬飽和液中。後又移入40%蟻螫或蟻螫酒中保存之。腔腸動物之水母，宜浸於同量的甘油及4%蟻螫液中，使成為浸漬標本。腔腸動物之水螅，欲製為浸漬標本，可用吸管將水螅吸入注於玻片上。俟其觸手十分伸張時，用濟爾遜氏溶液從水螅之後端射出，水螅立死。乃浸於70%酒精中，凡十分鐘。然後移浸於80%酒精保存之。

Ⅸ 海綿動物標本製作法 海綿動物通常浸於80%酒精中，使成為浸漬

標本。

凡浸漬標本，欲其便於考察，可用線將其繫於玻片上（體色之濃者，可用白玻片；體色之淡者可用各種有色玻片。），然於放入盛有浸液之標本玻璃瓶中。標本之母須再行取者，其標本瓶口，宜以蠟密封之。

不論何種標本，凡製成後，均宜附以票籤（一作標籤）。懸掛票籤或黏貼票籤之處，隨標本之種類而異。如浸漬標本，普通均貼票籤於標本瓶之一側，其位置在無妨害視察標本之處。票籤之項目，通常有下列之數項：（1）號數，（2）科名，（3）學名，（4）普通名，（5）兩性，（6）採期，（7）採集者，（8）產地，（9）備考。就所知者摘要記入，其中若未能確知者，則可從缺，疑似者可加？號。學名一項，若非考訂明確，或經專家之審定者，亦可暫時省去。骨骼標本，發育順序標本，解體標本，解剖標本，巢卵標本等，其票籤之項目及各項應記之事件，與上述者間有出入之處，此則可各隨其利便而摘要標記之。

標本製成後，宜藏於櫥內。剝製標本及乾製標本等，宜於櫥內或貯標本之箱，盒內，放入樟腦等物。浸漬標本其瓶口如未用蠟嚴密封鎖者，其所貯之液體，日久往往減少，此際宜將浸液補入。

四 植物之採集

欲用植物體之全部或一部，作實驗材料或製造植物標本，則植物之採集，實為必要。茲分如次：

I 植物採集前應有之準備 凡採集植物，其事前準備者，厥為器具及用品。茲先述其最重要者，次述其次要者如下：

1. 整枝剪 (Pruning Shear) 剪柄具彈簧，此器原為果樹整枝之用，以之剪取植物之枝樞，最為適用。

2. 手杖(Stick) 宜用堅實之木材爲之。一端彎曲，一端裝置尖釘，可用以掘泥。或用以搜取牆裂巖隙間之植物。

3. 植物採集箱 (Herbarium Collecting Case) 此箱爲亞鉛板製成之大形圓筒，稍帶扁平。其大小以長十六英寸，闊九英寸，深四英寸爲適度。箱之一面設置能自由開闔之蓋，蓋長可十三英寸闊六英寸。箱之兩端偏上處，各附小銅環一個，穿以革帶，使可懸於肩上。箱內可塗白漆，外塗綠漆，以增美觀。

4. 雙頁紙夾或野外夾冊 (Portfolio or Outdoor Press) 主要部係用長十五六英寸，闊十英寸，厚半英寸之木板兩塊爲之，其兩端各鑲橫木，其形似圖畫板。更用闊四五英寸之帆布條，連合板之一面，夾入乾紙，縛以粗繩即得。

此外如花剪(Pruning Scissors)，竹竿，小刀(以童子軍刀爲佳)，根掘(trowel)，小鋸，簡單之撈網(arag or dredge)，擴大鏡，小而堅固之鉛板盒或木盒(如空烟盒(tobacco tin)，麵包盒(sandwith case)等)，油紙，海綿袋(sponge bag)，橡皮布(India rubber sheeting)，細眼籠或藤籃，紙袋，野外記載冊，小紙牌，鉛筆，麻線，麻繩，等均爲最重要之器物。其次要者爲捲尺，氣壓計，詳細地圖，指南指等。

Ⅵ 植物採集之時期及地點 植物雖可四季中在一定之處求之，然其花實無亘四季而常存者。採集者宜乘其開花結實之時期採集之，故自春迄冬，爲採集之佳節。至於在晴天之一日內，採集花實，宜於午前八九時行之。蓋多數植物之花之開放形狀，以此時爲最佳，而果實亦未全失濕潤之態故也。惟此僅就種子植物之多數言之耳，若夫孢子植物，却常於秋季期內，見其生殖器官之發育。是則採集者，殆可亘四季而行之；而一日之內當可隨時採集

生物學實驗的補充工作

。又以平地與高山植物各殊，海岸與山地其發生植物之變化甚大，是以採集者宜就各地實地試察之。平地或池沼之採集，行之非艱。高山植物之採集，夏季最宜，以夏日之高山，異種植物常有同時開花，採集既便，而夏日山居，亦足以慰身心積日之勞，誠一舉而兩得。此外或求於海岸，或出海洋而採集，皆足以開暢胸懷，增廣閱曆者也。

III 植物採集法

1. 種子植物採集法 採取種子植物，宜選其可作模式者。完全的植物(參看第65頁)兼有根，莖，葉，花，及幼嫩或成熟之果實。苟一枝之上，不能兼得，則可由數枝上，採取併合。有許多植物，如豆科(Papilionaceae)，十字花科(Cruciferae)等，採取成熟之果實，極為重要。若遇非常大者，當保其花實，且擇其枝葉完全之部分，而截取適當之大，即採集其樹木之一部也。而其小者及草類，則可合全部而採集之。多種植物，必須連根採集之者，此皆宜注意者也。楊柳等植物之幼葉，成長葉及花等部，不能同時并得，故宜將採得之植物，加以標記，以便日後補入時之錯誤。雌雄同株植物(monoecious plants)與雌雄異株植物(dioecious plants)須兼採雌花與雄花。水生植物之浮水葉(floating leaves)及沈水葉(submerged leaves)亦應一併採取。剪取手所能及之枝極，多用整枝剪刀。採集手不能及之樹枝，水生植物等，則可將花剪之柄，縛於竹竿上剪取。野玫瑰等有刺植物，亦宜用花剪剪取。細小之水生植物，可用簡單之撈網撈取之。其地下部分若須掘出者，則可用手杖一端所裝之尖釘或根掘掘出之，生於牆裂巖隙間之植物，亦可用手杖所裝之尖釘採取之。採集之植物其長度在十五英寸以下者，可直接放置採集箱中，宜略注水，防其乾枯。若欲減少太陽之炙熱，宜用大葉片襯於蓋下。熱天之採集箱，久經日曬後，宜俟冷卻，方可啟箱。採集花葉之易脫落

者，或脆弱者，或全體極易萎縮者，均不宜藏於採集箱中，而應以雙頁紙夾之，配以乾燥之紙與革帶；將採得之植物夾入，俟携歸後，然後加以整理。惟此法費時頗多，且在風雨之天，尤感不便。此際若用野外夾冊則尤佳，或用後述之鐵絲網 (wire-work frames) 一對亦可。採得之纖弱植物及水生植物，宜藏於小而堅之木盒或鉛板盒。油紙亦適於包纖細植物之用。水生植物若能置物海綿袋中，包以橡皮布，再藏入普通採集箱中，則更為適宜。

2. 孢子植物採集法 孢子植物之羊齒類等之採集方法，與種子植物，無甚區別。然其有成熟之囊之個體，宜選取之。其著生子囊之葉與普通之裸葉往往異形，故亦須一併採集。苔蘚植物常生於樹皮巖石等上面，若不易剝離，可連樹皮巖石一併採取，然後設法取下，而選取其成熟之個體。菌類中如香蕈等，採得後宜單獨放入細眼籠中或普通藤籃亦可。寄生他植物之鏽菌，寄生於果樹之煤病菌以及寄生於農作物之黑疽病菌等，宜將被菌寄生之寄主，或其一部分，一同採集，單獨藏於一處。至如裸墨疽病菌之在穗者，宜單獨放入紙袋中。

IV 採集植物時之記載 採集植物時，宜攜帶野外記載冊及小紙牌，以備記載一切事項。其重要與採集動物時相同。植物野外記載冊，亦以活頁硬皮本為佳。正面印有記載項目，反面空白，備寫生之用。記載時用三複寫，一張作存根，餘二張扯下，一張按照科學順序，排列整理，另行藏之，另一張將來可直接貼於臘葉標本上。記載項目以造臘葉標本後，易於改變部分為主，如花之色香，果實之臭味等是。記載冊中之表式如後，而各項目除與動物記載時性質相似之項目從略外，其他項目應記之事件亦帶說明。

生物學實驗的補充工作

採集號數.....	標本號數.....
普通名.....	科名.....
學名.....	
採期.....	採集者.....
產區.....	
產處.....	
產地高度.....	
植物之屬性.....	
樹幹直徑.....	
植物之高度.....	
樹皮.....	
花.....	
果.....	
用途.....	
特別記載.....	

Field No.....	Herbarium No.....
Common name.....	Family.....
Scientific name.....	
Date.....	Collector.....
Locality.....	
Habitat.....	
Alitude.....	
Kind of plant.....	
Diameter, breast hight.....	
Hight of plant.....	
Bark.....	
Flower.....	
Fruit.....	
Economic uses.....	
Special notes.....	

生 物 學 實 驗

1. 採集號數 於記載冊寫定後，即另以小紙牌，畫一同樣之碼號，繫於採獲之植物上。

2. 標本號數 植物之花，葉，果實往往不能同時採集，故採集號數與標本號數不能相同；宜另行編定，以便度藏及檢閱。

3. 普通名 例如 *Pinus tabuliformis* Carr. 爲學名，赤松爲普通名。馬尾松爲北方俗名，亦屬普通名稱也。

4. 5. 6. 7. 此等項目與動物記載時名稱相同之項目性質無甚區別。

8. 產處 如耕地，牧場，沙岸，林地，陰地，陽地等是。

9. 產地高度 此項或省略而包括於前項中，惟有等植物對於地勢高度之影響極大。有時特登高山採集，隨帶氣壓計，先測定山之高度。如此，則可乘便記載。

10. 植物之屬性 植物之屬性係指喬木 (tree)，灌木 (shrub) 藤本 (vine)，一年生草本 (annual herb)，二年生草本 (binnial herb)，多年生草本 (perennial herb) 等而言。其中若臨時不能認出者，則可留待他日之添補。

11. 樹幹直徑及植物之高度 量樹之高度，及與人胸等高處之直徑。以測定其大小，此爲限於研究樹木學上所應用，尋常可以從略。

12. 樹皮 記載樹皮之顏色，裂紋皺痕等；與第 11 項同，尋常亦可從略。

13. 花 花之顏色，氣味等，製成標本後，常完全失去，故必須記載之。至於瓣之雌合，花冠之形狀，雌雄蕊之本數等，當製成標本後，仍能辨認者，則可省去。

14. 果 果實除紀錄其色彩及氣味等項外，其外部有茸毛與否，亦須摘要記入。

生物學實驗的補充工作

15. 此項與動物記載時相同之項目性質無異。

16. 特別紀載 關於植物及其環境一切性狀情形，而為上述十五項所未能包括者，皆可摘要記載之。

五 植物標本製作法

製作植物標本，有宜用乾燥法者，有宜用浸漬法者，有宜製為顯微標本者。植物之顯微標本製作法，如植物組織及細菌等之標本製作法，上已詳述，茲從略。乾燥法亦有數種，有壓榨而乾燥之者。有取植物之一部稍加人工製造而任其乾燥者。果實中之乾果類，採集後，曝乾之，置玻璃瓶中，是為依原來狀態而製成之乾燥標本。取供製木材標本用之木材，徑五寸，高八寸者去其上半部之樹皮，而鉋平其上下面，更鋸去其上部之半，而鉋平之，是為植物之一部稍加人工製成之木材標本。植物標本以壓製標本（即臘葉標本）為最普通。欲製成此項標本即須用壓榨法。今先就壓榨者略述其製作法，次述浸漬法。

壓榨植物之器物，須用壓榨器（press）及吸濕紙（drying-paper）吸濕紙價值昂貴，除必要者外，其餘儘可用吾國之裱心紙或草紙。通常使用之壓榨器為螺旋壓榨機（Screwpress）。其構造係用寬約二英寸之鐵條作底，兩端各立螺旋柱一條；另用同大鐵條一塊，兩端有孔，適可套入螺旋柱作蓋。蓋與底之間，置欲壓之植物。乃於螺旋柱上加六角陰螺絲以扣回轉，壓蓋使下，植物即被壓實。與壓榨機合用之器具尚有夾板，最佳者為鐵絲綑。係用鐵絲為邊，中間用較細之鐵絲，編成三分之一英寸方的網眼。惟國內尚無製成之現貨，故須向鐵店定製。或用夾板代之亦可。夾板以木為之，形式宜似圖畫板，普通長一尺五寸，闊一尺二寸，厚八九分。並穿多數圓孔，以助被壓植物水分之蒸發。若不備壓榨機，即於夾板上置重物，如石塊鐵砧等類，亦生效力。

其重約需二十五斤乃至五十斤。或將夾板製成舊日行李中所用之箱子夾式樣亦可。

植物自集箱取出，不宜即行壓榨，宜先去污穢。再審度植物的形狀大小，此雖可以隨意，但得不失形式上之美觀為主，更注意不可失去自然生態。濡濕的植物，宜使其乾燥後，再行壓榨。植物經整理後，可將夾入吸濕紙或裱心紙中，外加以紙條，記以採集號數。夾妥後，於其上下襯以吸水紙或裱心紙數張作為一層。襯紙之多少，視植物之性質而異。如粗厚多汁之植物，必須較多。如是作若干層，迨所欲壓之標本，整理就緒，乃依法置於壓榨器中壓榨之。其備有壓榨機者，於壓榨機之底部，先置夾板，即鋪以十餘層之吸濕紙或裱心紙，然後將以前所整理就緒之標本連同襯紙，置於其上，如是累層十餘層，更覆以夾板。若欲多壓植物，其夾板上之處理方術，可一一如前法。惟欲植物易於乾燥，則堆疊宜薄。整理既畢，乃絞緊壓榨器以壓之。如無壓榨機則以大石塊或鐵砧置上面之夾板上以代之。若僅用箱子夾式樣之夾板以壓榨植物，則可將欲壓之植物置於兩夾板間，再於夾板兩側凸出處，用繩縛緊，以重物壓之亦可。開始數日，每晝夜至少更換吸濕紙或裱心紙四次，而將植物標本層次，移上作下，惟包紙以不更換為佳。十日以後，每隔一日或每日，更換吸濕紙或裱心紙(此等紙於曬乾後可重量用)一次。普通約兩週至一月餘，則植物可乾燥矣。若能常將其全部於日光中曝之，則植物之乾燥為期更速。

水生植物，在壓榨前宜用水洗去其附着物，然後以粗布夾置層間而壓榨之。植物之肥厚部分，宜將其切開，然後壓製。或於壓榨時上下放置棉墊(pads of cotton-wool)。墊法，用長條棉絮，隨意剪裁，墊於吸濕紙或裱心紙之外面。又如菊科植物中其花序甚大者，亦宜用棉絮或吸墨紙，仔細將其襯妥，

生物學實驗的補充工作

然後施以壓榨。纖弱之水生植物，不能以手持者，須備潔白之洋紙，夾蓄植物於盛水之淺器中，放入潔白之洋紙（較下述之貼紙稍薄），自下輕輕兜起。於是整理其姿勢，取出水面，略使水分蒸發，覆以棉花，再依普通方法壓榨，乾燥後，可去其棉花。

壓乾之植物於裝紙前，宜拭毒性藥液（尋常用者為二氯化銻（mercuric chloride）的酒精飽和液。）以防蠹蝕或黴菌寄生。植物經此手續後，即可分別黏於貼紙（mounting paper）上。貼紙以潔白緊韌者為佳。紙之大小，隨各處使用之習慣而異。以長約十六英寸闊十英寸者為通用。紙之厚薄以手執一角，全張不致軟折為度。黏貼植物最普通之方法，係用長寸許闊一分之堅韌紙，塗以阿刺伯樹膠，將植物黏附於貼紙上。至於已附着於潔白洋紙上之水生植物，則可將此紙直接黏於貼紙上，不必再用紙條。

微小植物，鏽菌，黑疽病菌（連用寄主之一部者），解剖之花及乾果等，可盛於小紙袋中。紙袋可用緻密潔白洋紙製之。

菌類中如香蕈等，宜用酒精或蟻螯液浸製之。其他多肉多漿之果實，莖，葉等，亦以浸液保存為佳。普通所用之酒精，當在 40% 以上。此外濃厚之鹽水，或 60% 至 70% 之醋酸等，亦可為其浸液。以浸液與標本同入標本玻璃瓶中即得。

在臘葉標本，如前所述記載冊中扯下之記錄紙，可黏附於其貼紙上；否則另作票纖亦可。票纖以潔白薄紙製之，大小以長四英寸，闊二英寸為率。眉端及號數，科名，學名，普通名，產地，採期，採集者等項目，可預先印就。將所確知之應記事件記入各項中。既畢，然後黏附之於貼紙上。包於紙裝袋中之標本，其票籤宜黏貼於紙袋之外面。若其中之標本為寄生於他種植物之菌類，則其寄主之名稱及其所寄生之部分，亦宜摘要記入票籤中。放置

生 物 學 實 驗

瓶中之標本，其票籤可貼於瓶之一側。木材標本，亦宜加以標記。

製成之臘葉標本為數不多者，可藏於紙函中。若為數較多時，可集同屬者，另用一紙包之。表紙之下端，左方附記屬(Genus)名，右方附記科名。如是別屬分科，然後用特製之木櫥貯藏之。處處夾入樟腦，以防蠹蝕。

生物學實驗的補充工作

參 考 書

本書所用參考書共三十餘種，茲列舉其名稱，編著者，及出版處或發行處(有從缺者)如下：

1. "Experiments and Projects in Biology" Benjamin C. Gruenberg 及 Nathaniel E. Robinson 合著. Ginn and Company.
2. "Biology and Human Life", Benjamin C. Gruenberg 著. Ginn and Company.
3. "New Biology" W. M. Smallwood Idd L. Reveley 及 Guy A. Balley 合著. Allyn and Bacon.
4. "Laboratory Direction in Principles of Animal Biology," A. Franklin Shull 著. McGraw-Hill Book Company.
5. "Principles of Animal Biology" A. Franklin Shull 著. McGraw-Hill Book Company.
6. "The Elements of General Zoology", William J. Dakin 著. Oxford University Press.
7. "Text-Book of Zoology", Thomas Walton Galloway 及 Paul S. Welch 合著. P. Blakiston's Son and Company.
8. "Text Book of Zoology", T. Jeffe Parker 及 William A. Haswell 合著. Macmillan and Company.
9. "College Zoology", Robert W. Hegner 著. Macmillan and Company.
10. "Entomology" Justus Watson Folsom 著. Blaskiston's Son and

參 考 書

Company.

11. "A Laboratory Manual for Comparative Vertebrate Anatomy".
Libbie Henrietta Hyman, 著. The University of Chicago Press.

12. "Outlines of Comparative Anatomy of Vertebrates", J. S. Kingsley 著. P. Blakiston's Son and Company.

13. "Text-Book of Embryology", Frederick Randolph Bailey 及 Adam Marion Miller 合著. William Wood and Company.

14. "An Introduction to Experimental Embryology", G. R. de Beer 著. Oxford University Press.

15. "Teaching Botanist" William F. Ganong 著. The Macmillan Company.

16. "Botany", Edmund W. Sinnott 著. McGraw-Hill Book Company,

17. "A Text Book of Botany", John Merle Coulter, Charles Reid Barnes 及 Henry Chandler Cowles 合著. American Book Company.

18. "The Use and Care of Your Microscope," W. Marquette 著.

19. "Practical Methods in Microscopy", Charles H. Chark 著. D. C. Heath company.

20. "Precis de Microscopie", M. Langeron 著. Masson et Cie.

21. "Microscopie Pratique", G. Deflandre 著. Paul Lechevalier.

22. "顯微的動物學實驗", 鮑鑑清著. 中國科學社.

23. "Animal Micrology," Michael F. Guyer 著. The University of Chicago Press.

24. "Method and Theory of Physiological Histology," Gustav Mann

著. The University of Oxford Press.

25. "A Text-Book of Histology", Harvey Ernest Jordan 及 Jeremiah S. Ferguson 合著. D. Appleton And Company.

26. "A Handbook of Histology". A. McL. Watson 著. E. and S. Livingstone.

27. "A Text-Book of Histology and Microscopic Anatomy of Human Body," Ladislans Szymonosvicz 著. John Bruce Mac Callum 譯.

28. "血學", 李象元著, 北平世界書局.

29. "Methods in Plant Histology", Charles J. Chamberlain 著. The University of Chicago Press.

30. "Essentials of Bacteriology", M. V. Ball. 著. W. B. Saunders Company."

31. "A Manual of Bacteriology", R. Tanner Hewlett 著. J. and A. Churchill.

32. "Fungous Diseases of Plants", Benjamin Minge Duggar 著. Ginn And Company.

33. "Plant Physiology", Benjamin Minge Duggar 著. The Macmillan Company.

34. "Practical Physiology," E. P. Cathcart, D. Noël Paton, 及 M. S. Pembrey 合著. Edward Arnold and Company.

参 考 书

生物學實驗

此書有著作權翻印必究
中華民國二十一年四月初版
八月再版
每册定價大洋壹元貳角
外埠酌加郵匯費

編著者 李 象 元

印刷者 擷 華 印 書 局
北 平 四 河 沿

發行者 世 界 書 局
北 平 楊 梅 竹 斜 街

代售處 國 立 北 平 大 學 農 學 院 號 房

