

目 錄

- 第一課 物質的三態變化
- 第二課 物質的凝聚力 and 附着力
- 第三課 物質的熱脹冷縮
- 第四課 氣化和燃燒
- 第五課 火藥多爆炸
- 第六課 毒氣
- 第七課 防毒
- 第八課 熱的傳佈
- 第九課 音的傳播及回音
- 第十課 聲音的強弱和高低
- 第十一課 光的反射和屈折
- 第十二課 日光
- 第十三課 透鏡
- 第十四課 雷和電

第十五課 電流

第十六課 磁石

第十七課 重力和慣性

第十八課 合力

第十九課 水的壓力和浮力

第二十課 空氣的壓力和浮力

第二十一課 旋轉運動

第二十二課 力的反作用和彈性

第二十三課 穩度

第二十四課 摩擦

第二十五課 槓桿

第二十六課 功

第一課 物質的三態變化

水的變化 拿一鍋水放在火上煮，滾了以後把鍋蓋揭開，可以看見有灰白色的熱氣從鍋裏冒出來，若是把一甌冷飯放在這熱氣中，不久碗上就佈滿了一層水漬。這是因為鍋裏的水受到熱，一部份變成了水蒸氣，一揭鍋蓋水蒸氣衝出水面，遇到外面的冷空气，其中的一部份就凝結成非常小，小到分不清一滴一滴的細水點，許多這樣的細水點顯出了這灰白色的熱氣，熱氣遇到碗上的冷，把許多細水點又聚成一滴滴的水。可知灰白色，熱氣和碗上的水點，都是這鍋裏的水變化來的。

同樣的道理，地面上的水受到太陽的熱，一部份變成了水蒸氣，昇到空中遇到比較冷的空氣，凝結成無數的細小水點，在空中飄來飄去，這就是雲。接近地面的雲，我們叫它做霧。雲又遇到冷空气，聚成較大的水點，落下地來就是雨。在夏天天氣很熱時，熱空氣就很快的往上衝，衝到很高的地方，忽然遇到冷空气，水蒸氣就結成小冰粒，下面的熱空氣仍不斷的往上衝，把落下來的冰粒又衝上去，這樣上上下下，冰粒愈結愈大，直到空氣不能再把它衝上去，落下地來就是冰雹。若是空氣漸漸的遇到冷，一直冷到水蒸氣結成細冰屑，落下地來就是雪。地面上的水蒸氣沾在草木葉子上，遇到冷結成水漬就是露水。若遇到更冷的空氣，使它一下子結成細冰屑就是霜。

由此可知，雲、霧、雨、雪、雹、露、霜等天空現象都是水蒸氣在空中的變化。

物質的三態變化 由上可知，水可以有三種不同的狀態，即水、冰和水蒸氣。在平常的溫度，水是能流動的液體；加熱使溫度加高到一定程度就變成了水蒸氣，水蒸氣是像空氣一樣的氣體；水遇到冷，溫度降低到一定程度就結成冰，冰是像石頭一樣的固體。

普通的物質都有氣體液體和固體三態狀態，在平常溫度中，有的東西是氣體，如空氣，有的東西是液體，如水和油等，有的東西則是固體，如鐵和硫磺等。這三種狀態的變化，水是最容易看到的，其他的東西就比較難看完全了。如硫磺平常是固體的硬塊，加熱到相當程度就變成了能流動的液體，再繼續加熱到一定程度就變成了硫磺氣。又如鐵平常是固體，有人也許見過溶在鐵爐裏的液體的鐵，但把鐵變成氣體就幾乎沒有人能看到了。空氣是氣體，但現在科學已經能把空氣變成液體，甚至結成固體，不過我們沒有能看到了。

昇華 冰遇到乾燥的熱空氣，表面上的冰就溶解在空氣裏變成水蒸氣，這樣從固體不經過液體狀態，直接變成氣體的現象叫做昇華。如冬天凍了的衣服，不等化開就乾了，就是昇華的現象。又如地面上的水蒸氣不經過水的狀態，直接變成細冰層的霜，這種從氣體不經過液體狀態，直接變成固體的現象也叫做昇華。

三態變化的原因和規律 我們把冰或雪放在鍋裏煮，冰或雪漸漸化了，但化出的

水開始時是冷的，火所加的熱都被冰或雪吸收去，做爲化成水和水蒸氣所需用的熱了。當水煮沸了以後，水的熱度就不再提高，但鍋裏就會冒出很多的熱氣來，這水蒸了以後所加的熱都被水吸收去，做爲蒸發成水蒸氣所需用的熱了。

要知道三態變化的道理，首先要知道一切物質都是由很小很小，小得比灰塵還小，平常眼睛看不到的分子所組成的。不同的物質由不同的分子所組成。分子是很活潑的小顆粒，固體的物質吸收了熱，分子更活動得厲害，物質熱到了一定程度，溫度不再上昇，熱都被分子吸收去加快活動，使固體逐漸融化，一直到全部化成液體後，溫度才又上昇，再熱到一定程度，溫度又不上昇了，這時吸夠了熱的分子就跳了出來，向四方運動成爲氣體。氣體遇到冷就放出熱，分子逐漸凝聚，到了一定程度便成爲液體，再冷下去就會結成固體。

可知一般物質發生從固體到液體，液體到氣體，或直接或由固體到氣體的變化，是由於吸收了熱，所以當物質發生這樣變化時，可以吸去週圍的熱。物質發生從氣體到液體，液體到固體，或直接或由氣體到固體的變化，是由於放出了熱，所以當物質發生這種變化時，會放出熱，加高週圍的溫度。

複習題

1. 早霜晚霜爲什麼會給莊稼帶來災害？用什麼方法可以預防與拯救這種災害？

2. 紙包着的樟腦，爲什麼幾天後就不見了？酒罇子爲什麼要封好？
3. 下雪天更冷，還是化雪天更冷？爲什麼？
4. 夏天爲了防止食物的腐爛，適圍放上冰，是否有效？爲什麼？

第二課 物質的凝聚力和附着力

凝聚力和附着力 我們要把一塊銅或鐵敲碎是很費力的，要把玻璃或磚敲碎則很容易，但是無論敲碎什麼東西都要用力量，這就告訴我們說，組成物質的許多分子之間，都有一定的力量互相吸引着。不容易敲碎的物質，其分子互相吸引的力量比較大，容易被分開。容易敲碎的物質，其分子互相吸引的力量比較小，容易被分開。這種同類分子間的吸引力叫做凝聚力，比如固體的凝聚力就比液體的凝聚力大，氣體的凝聚力則很小。凝聚力愈大的物質，它的性質就愈韌。

水能夠把衣服打濕，用鋼筆蘸墨水能寫出字來，若用鋼筆先蘸上油，再去蘸墨水就寫不出字來，這是因爲水的分子和衣服分子有互相吸引的力量，墨水的分子和筆的分子，墨水的分子和紙的分子也都有互相吸引的力量，但油的分子和墨水的分子互相吸引的力量太小，所以筆先蘸了油就蘸不上墨水，也就寫不出字來。這種不同類分子間的吸引力叫做附着力。漿糊能黏住紙，膠水能黏木頭傢俱，漆能糊在傢俱上，棉

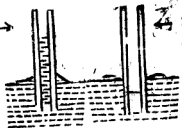
是因爲它們的附着力很大的緣故。

表面張力 一小滴水在空中時是圓球形，掉到桌子上也還是半球形的，但一盞水的表面就是平的，這是因爲一切物體都要受到地心的吸力，所以把水倒在盆裏或地上都會受到地心的吸力，把水盪盪的向下拉，若沒有盆壁住就一直要拉到水最薄的時候爲止，所以水的表面是平的，一小滴水受到地心吸力的影響很小，但水的分子與分子之間有凝聚力，這種力就要使分子儘量的擠住中心，凝聚成一團，所以成了球形的水珠。這就使表面積量縮小，儘量聚成一團的力量叫做表面張力。

我們用一瓶水向杯裏倒去，常可以發現有一顆顆的小水珠浮在水面，不久就消失了。水珠爲什麼能浮在水面一個短時間呢？就是因爲水而有表面張力，這種力量能托住水珠，使它不致一下子就沉下去，水珠也有表面張力，所以一下子不致因和水面接觸而失去其表面張力的作用混入水中。

微管現象 我們用兩根筷子插進水裏，把筷子捏緊，使兩根筷子間的縫隙變小，就可以看到水在縫隙中昇得很高，逐漸把兩根筷子放鬆，筷子的間隔愈大，水就逐漸降下。若把筷子擦乾，上面擦上些油，輕輕插入水中，可以看到筷子的縫隙愈小，則水面愈下降，這是因爲附着力比凝聚力大的液體，在和它容器相接觸的邊緣就會略微上升，用一個茶缸子，使其底輕微和水面接觸，就可以看到四週的水吸向缸底，下面而隆起來。（見圖）若管子很細時，邊緣略微上昇的水遇到一起又成了一個水面又上昇，

水在細管的液體面下降



水在細管中上昇

這樣就能使水昇得很高。縫隙大時，邊緣略微上昇的水不能再成一水面，也就不能再上昇。附着力小的則在和它容器相接觸的邊緣液體反倒下降，同樣在細管子中就能下降得很低，在粗管中則不能。這種在微細的管子中液體升降的現象叫做微管現象。燈心能吸上油來，手巾能吸上水來，都是微管現象的作用。

我們種的地，即或沒有什麼野草也必須鋤，就是因為土太密了，土本身就組成了無數條的微管，而把土中的水分都吸到地面上來，被蒸發到空中去。這樣就會把水分失掉；若把土鬆了，水不能借微管作用吸到地面上來，水分可以保存在土中，使莊稼



不致枯乾。

複習題

1. 爲什麼有的物質很硬但很脆，容易折碎，有的物質並不硬但很韌，不容易折碎呢？
2. 爲什麼葉子上的露水特別圓呢？
3. 爲什麼有的紙寫字會滲開，有的紙寫字就不會滲開呢？
4. 洗毛筆時，毛在水中四面張開，出水後就又聚成一束，是什麼道理呢？

第三課 物質的熱脹冷縮

物質的熱脹冷縮 乒乓球場了一塊，只要放在火邊烤一烤，或放在熱水裏燙一燙，就會鼓脹起來。槍砲連續發射太久就容易發生故障，甚至炸裂。這是因爲一般的物質都遇到熱就脹大，遇到冷就縮小的緣故。乒乓球裏裝有空氣，空氣遇到熱就膨脹使球又起來。槍砲連續發射太久，受熱發生膨脹，膨脹後的零件和平時的比例大小就不能完全一樣，不能完全恰合，所以容易發生故障，有時口徑因受熱，膨脹放大，射擊

就不容易準確，甚至因受熱過多，過度的膨脹，因而受不了火藥爆發時的壓力而炸裂，所以爲了愛護武器就不應連續發射過久。

物質爲什麼會熱脹冷縮呢？我們已經知道一切物質都是由分子組成的，遇到熱的時候，分子就吸收熱，使自己運動得更快，更起勁，分子和分子中間碰撞得更厲害，互相間間隔也就要大些，整個物體中的分子就分佈得稀鬆，使物體的密度減小，體積就脹大。若遇到冷的時候，分子就放出熱，運動就不帶勁，比較緩慢，互相間的衝撞也不太厲害了，分子和分子就漸漸的靠攏，整個物體的密度就變大，體積就縮小些。

各種不同的物質受熱後膨脹的程度不同，有的少微吸收一點熱就膨脹得很明顯，有的吸收了很多的熱，膨脹也還是不顯著的，脹縮力最強最顯著的物質是酒精和水銀，所以一般的用它們來做溫度計。

各種物質都有它一定的膨脹率，但混合物就沒有有一定的膨脹率了，因爲混合物是由幾種不同的物質混合成的。譬如有些岩石是由好幾種不同的石頭構成的，各種石頭的膨脹程度不一致，所以年代久了就會逐漸崩壞，這就叫做風化；單純一種質料構成的石頭，就比較不容易風化。

一般的物質是熱脹冷縮，但也有個別的例外，譬如水結成冰，冰的體積就反倒要比水大些，冬天盆裏盛滿了水，水結成冰時盆裏容不下，常常就把盆給脹破了。鉗也是愈冷反倒膨脹的，所以我們鉛印用的鉛字就是鉛和錳的合金，熱時或冷時鉛的脹縮

和鉗的脹縮可以互相抵消，而避免熱脹冷縮對字的影響。

物體的炸裂 一個東西假若只是某一塊地方受到很大的熱而膨脹，其他部份因為沒有受到熱，也就不會膨脹，整個的東西各部份的膨脹不一致就容易破裂。譬如突然把滾水沖到玻璃瓶裏，瓶底先受到熱，其他部份還沒有受到熱，瓶底膨脹了，其他部份還沒有膨脹，往往這樣就把瓶底給炸破了。熱的玻璃燈罩上不小心澆上一點冷水，馬上就會炸裂也就是這個道理。

比重和密度 一切物體都含有一定的質量，物體熱脹冷縮時，雖然體積有些改變，但質量並沒有增減，只是分子的間隔比較大了或小了，所以說只是密度改變了。密度就是單位體積裏所含質量的多少，含質量多的就是密度大，重量也大，含質量少的就是密度小，重量也小。同樣體積的各種物體所以有輕重的不同，就是因為它們的密度不同。

水的密度在 4°C 的時候是每一立方厘米重一克，一切物體的密度和同容積 4°C 時候水的密度的比叫做比重，譬如鐵的密度是每一立方厘米重 7.4 克，也就是說鐵比水重 7.4 倍，所以我們說鐵的比重是 7.4 。

複習題

1. 槍砲連續發射過久爲什麼射程會縮短呢？
2. 子彈射出去後，爲什麼要趕快退出彈壳，否則就不容易退出來了呢？
3. 燒紅了的鍋倒上一瓢冷水爲什麼會炸？
4. 一個較厚的和一個較薄的玻璃杯在溫度劇烈變化時，那一個比較容易破裂？
5. 密度、比重、體積、質量間相互的關係是什麼？

第四課 氧化和燃燒

氧化和燃燒 物體發火叫做燃燒。平常生火時，火愈煽愈旺，一堆火用大身的沙或土猛的一撲，就會把火撲滅，火不大時用棉絨猛的一蓋也能把火撲滅，這就說明了空氣能幫助燃燒，用東西煽火，可以供給火以新鮮足夠的空氣，所以火就會愈旺，用沙土或棉絨蓋火，使空氣和燃燒物隔離開，就不能再繼續燃燒發火。可知沒有空氣就不能燃燒。

空氣爲什麼能幫助燃燒呢？根據科學實驗的結果，知道空氣是氧和氮的混合氣體，

其中的五分之一是氧氣，五分之四是氮氣，還有很少部份的水蒸氣，二氧化碳和其他的氣體。空氣所以能幫助燃燒就是因為空氣裏有氧氣。氧氣這東西最容易和其他物質化合，物質被氧氣化合就叫做氧化。燃燒是一種氧化作用，因為氧化得很劇烈，所以發出光和熱來。

能燃燒的東西叫做可燃體，如紙和木頭等，不能燃燒的東西叫做不可燃體，如石頭和玻璃等。自己能燃燒的東西叫做自燃體，如磷，火柴所以一磨擦就能燃燒，就是因為火柴頭上的藥裏有很少的一部份磷和其他的物質和膠受混合着。自己不能燃燒，但能幫助燃燒的東西叫做助燃體，如氧氣，空氣中的氮則是不燃體。

各種物質燃燒，都有一定的熱度，能燃燒的物質不到一定的熱度也不會燃燒，燒。只要有平常的溫度就能夠燃燒，所以必須放在水中，否則在空氣中它自己就會燃燒起來，火柴中的磷很少，而且有膠質和其他物質，使它燃燒須要稍高的熱度，所以火柴須經過磨擦生出一定的熱以後，才能燃燒起來。木頭就必須用火燒一個短時間，才能達到它能燃燒的熱度。在平常溫度中，經過磨擦或震動就能燃燒的物質就叫做自燃體，不用火燒到不了能燃燒的熱度的物質就叫做可燃體，可見自燃體也就是可燃體的一種。

氧氣和人的關係 在一個四面不透風的小房子裏，擠滿了人就會感到氣悶，呼吸困難，這是因為人呼吸是爲了吸取空氣中的氧氣，氧氣在人的身體裏把我們平時吃進

去的食物氧化，變成熱和其他物質。氧氣經過氧化後就吐出炭酸氣，房子裏人多了，空氣不能流通，氧氣都被吸收了，餘下的盡是人呼出的炭酸氣和其他一些對人用處不大的氣體，所以會感到氣悶。

植物在日光下就吸收炭酸氣，吐出氧氣以製造澱粉，所以白天在樹木多的地方和田野裏，我們就會感到空氣特別新鮮。

已死的動植物在空氣中腐爛也有一部份氧化作用，鋼鐵的生鏽也是氧化作用，不過這些氧化作用都是運行得很緩慢的，所以不會發出火光來。

混合與化合 由上可知，空氣中的氧氣、氮氣和其他氣體混合在一起，但各種氣體還都保持它自己原有的性質，這樣幾種物質混合在一起，而不改變各種物質原來性質的物質叫做混合物。氧氣和其他物質化合就成了一種新的物質，如生鏽就是氧氣和鐵或銅化合成的氧化鐵或氧化銅，我們叫它做鐵鏽或銅鏽，鐵鏽或銅鏽就是一種新物質，它既不像氧氣的性質，也不像鐵或銅的性質，而是能使鐵腐爛或能保護銅的一種新物質，這種經過化合起了變化的新物質叫做化合物。如氧氣在人體中經過氧化後，呼出的二氧化碳，就是氧氣和炭在人體中化合後的化合物，二氧化碳既沒有氧氣的性質，也沒有炭的性質。又如水就是兩分氧氣和一分氫氣的化合物，所以在化學上又把水叫做氫二氧，水既沒有氧氣的性質，也沒有氫的性質。

複習題

1. 打火石或什麼火石本身不會燃燒而要用炭或棉花來取火呢？
2. 廢養所為什麼要選擇空曠的地方或樹木多的地方呢？
3. 用什麼方法可以防止生鏽？槍為什麼要常擦，常上油？
4. 請你說明鹽水、墨水、煤氣什麼是化合物；什麼是混合物？為什麼？

第五課 火藥及爆炸

火藥 火藥的種類很多，我們普通用的有兩種：一種是黑色火藥，是用硫、木炭和硫黃混合製成的，這種燃燒能夠放出一種氣體，這種氣體和空氣中助燃的氧氣一樣，所以硫是火藥中的保燃體，木炭和硫黃都是可燃體，燃着時能夠化成放一千倍多的氣體，所以爆發力很大。過去新年時放的爆竹、煙火和現在根據地土造的地雷等多用這種火藥。還有一種是無煙火藥，它普通是用脫脂棉花在三分硫酸一分硝酸的混合液體裏泡過後蒸乾的藥棉花製成的。這種火藥爆發時不冒煙，也不留灰，所以爆炸力比黑色火藥要猛烈些，普通我們用的子彈，多是這種火藥所製成。

火藥裏沒有自燃體，所以必須有火引着才能爆發。

炸藥 固體或液體的東西受了打擊、摩擦、壓力、熱、電等的影響立刻能夠變成氣體爆炸起來，這樣的東西叫做炸藥，所以炸藥裏的成分必須有很猛烈的自燃體和最容易化成氣體的保燃體和可燃體。普通用的炸藥是黃色炸藥，現在新式武器中大半都是用這種炸藥，它比上面兩種火藥的爆炸力要大幾倍，它是用雄黃、氫酸鉀和很少的黃磷製成的黃色固體。還有許多新式的武器，多是用T.N.T.炸藥的。

此外還有甘油炸藥，是甘油、硫酸和硝酸化合成的淡黃色的膠狀體，爆炸力最強，爆發時能化成一萬多倍的氣體，但這種膠狀物不適宜做彈藥用，所以多用來炸毀橋樑、碉堡或開礦之用。硝化汞是用水銀和硝酸硫酸製成的，是一種灰白色的粉末，它的威力稍遜於甘油炸藥。

一般用無煙火藥製成的彈藥，導火綫是用雷管，雷管是用炸藥製成的，我們一拉動或震動導火綫，雷管爆炸，就引起了火藥的爆發。

煙幕 戰鬥中在退却，進攻或防空時多用煙幕來迷惑敵方的視線，沒有什麼毒氣，煙幕裏除有變成氣體的可燃體和助燃體外，還必須有大量揮發性的東西，以放出煙幕，同時又必須有防止燃燒的東西，以防止火光。

由上可知火藥，炸藥，煙幕等都是氣體膨脹壓力的運用，同樣的道理也能用水蒸氣、汽油、空氣等氣體的膨脹壓力產生大的力量，如火車就是用水蒸氣的力量走動

的。汽車飛機等的發動機則是用汽油變成氣體的力量。氣槍則是空氣的膨脹壓力的應用。

複習題

1. 槍裏的撞針是做什麼用的？
2. 請你研究一下我們自製的手榴彈和子彈的內部情形。
3. 輕機槍的斯筒下面的小孔是做什麼用的？輕機槍為什麼能連發？
4. 水漆了以後，蓋蓋為什麼自己會跳動起來？

第六課 毒氣

毒氣的種類 毒氣平常我們叫做毒瓦斯，軍用的毒氣種類很多，一般的可以分以下的幾種：一、氯氣，它是一種綠黃色有特別臭味的氣體，這種氣體容易和其他物質化合而失去毒性，也容易溶化在水中，因此容易被人體發覺也容易預防。二、光氣，它有一種類似腐爛水菓或陳腐乾草的氣息，毒性很猛烈，不容易發覺，但容易溶解在水中，被水分解而失去毒性，所以在潮濕的地方和在空氣中都不能久存。以上兩種毒氣

能傷害人的肺臟，使人呼吸不遂，感到呼吸困難、咳嗽、喉鼻發癢、淚流交滾，重的能立刻悶死，所以平常叫它做刺激性毒氣。三、芥子氣，它是一種持久性的毒氣，三星期內完全有效用，有時甚至能保持一兩個月的效用，但在天氣太冷時則探尋困難，而暫時失去效用，但當氣溫轉暖，天氣較暖時依然有效，故染有芥子氣的地方必須注意消毒。芥子氣能刺激皮膚，使皮膚起水泡潰爛，能使眼睛發炎，以至弄瞎眼睛，所以平常叫它做糜爛性毒氣。四、一氧化炭，它是一種無色無味的氣體，平常燒炭時，接近炭的地方有藍色的火焰，就是一氧化炭在空氣中燃燒的火焰，燃燒時它同氧氣化合就化為二氧化碳。一氧化炭很輕，在空氣中容易散開，不能久留，但它吸入人體中能使血液凝固，使氧氣不能分佈於血液中，以至中毒而死，所以平常叫它做中毒性毒氣。五、氯氣，它能刺激人的眼睛，使人流淚，暫時失去視察力，但不至有生命的危險，平常叫它做催淚性毒氣。六、噁氣，它在平常溫度中是固體，不容易化成氣體，所以停留在空氣中的時間很短，能刺激鼻腔和喉嚨，使人打噴嚏，甚至嘔吐，能傷害人的氣管 and 肺部，平常叫它做噴嚏性毒氣。

毒氣放射的方法 普通用的方法是：把毒氣填在彈丸裏，子彈射出去彈丸裂開，毒氣就飛散開。有的把毒性裝在炸彈裏，從飛機上丟擲下來，炸彈炸開，毒氣就飛散開來。有的則像下雷一樣，把毒氣從飛機上丟下來，毒氣比空氣重，所以總是往下沉的。有的則用毒氣筒，利用風向放射。

毒氣的辨識 有幾種表現可以使我們發覺週圍已經有了毒氣：一、炸彈爆炸時聲音比一般的爆炸彈或燃燒彈的聲音要小，爆炸力也小的就是毒氣彈。二、爆炸後煙霧瀰漫，有時有水四處飛濺。三、聞到有葱味膠皮味或腐爛了的菓子味，這些都是毒氣的味道。四、敵人都帶上了防毒面罩。因敵人施放毒氣時，爲了防止風向突然的轉變，簡吹向自己方面，所以敵人在施放毒氣時，一般的都帶上防毒面罩。五、週圍的小動物受到了毒氣，很不安寧的現象。六、吸煙時，吸不出味道來。七、當辨別不清時，可用燒紅的銅絲試驗，只要銅絲發綠色，就是有了毒氣。

複習題

1. 毒氣彈爲什麼比爆炸彈、燃燒彈的爆炸力小？
2. 普通作戰中容易遇到那一種毒氣，遇到後的現象如何？
3. 根據你的經驗，毒氣對我們的威脅力如何？爲什麼？
4. 你見到過中毒的人沒有？各種毒氣中毒後的現象有什麼不同？

第七課 防 毒

中和 我們把鹼水倒進醋裏，醋就不再發出酸味，但也不是鹼水的味道，而是帶些鹹的味道。蒸蒸饅頭的面，發酵後是酸的，但放上些鹼水蒸出來的饅頭就沒有酸味了，但酸放得太多，就不但把酸味去了，反而帶些鹼味，這種酸性的東西和鹼性的東西遇到一起，就失去了酸性也失去了鹼性的化合作用，我們叫它做中和。中和有一定的量，酸性和鹼性的量恰合適，那麼中和後的新物質就完全不帶酸性或鹼性，若酸性強鹼性弱，那麼中和後的新物質就帶有酸性，不過比原來的酸性是減弱了，若鹼性強酸性弱，那麼中和後的新物質就帶有鹼性，但比原來的鹼性是減弱了。

一般的毒氣差不多都是酸性的，所以我們可以用各種鹼性的東西來和它中和，而失去其效用。同時從上一課中，我們可以知道，有許多毒氣容易溶在水中，被水分解而失去毒性，毒氣一般的比較重，向下沉等性質，因此當我們發覺了毒後萬不要驚慌失措，亂叫亂跑，要鎮靜，機警，想出一定的防毒辦法。

防毒 臨時遇到毒氣，什麼都沒有準備時，根據以上我們對毒氣性質的了解，可以用以下的幾個方法防毒：一、用濕手巾按住口鼻，或把泥土包在手巾裏，用尿溼手巾到臉上。二、把頭埋到青草裏。三、向毒氣來的方向迎風跑去，只有這樣才能衝出

毒氣團，萬不可與毒氣作同一方向逃避，因為放毒氣常借用風力，這樣跑毒氣一定會追跡而來。四、向高處跑。五、關閉窗戶，靜坐不動，減少呼吸，使呼吸盡可能輕些。六、若辨別清楚是催淚性毒氣，那麼只須適時的用力閉住兩眼，因為它在普通情況下，只能催人流淚不能傷人。

在戰爭環境中應該有防毒的準備，當然最好是有防毒面具，防毒衣，防毒手套等，但在條件不許可的情況下，自己也應做些簡單的防毒準備，如：一、用木炭研成末，用布包起做成一個口罩罩，遇到毒氣可以放在水裏泡濕，蓋住口鼻。二、做好一個粗布或棉花的口罩罩，預備一兩磅，遇到毒氣把棉溶解到清水裏，把口罩罩泡濕，蓋住口鼻等。

怎樣救護中毒者 有人中了毒，首先要將中毒的人移到空氣新鮮的地方，空曠的高處，沒有人的田野裏，或是房子的露台上，搬移時不要慌，否則會弄得中毒的人呼吸急促，反而吸入更多的毒氣。然後脫去衣服，但注意不要受涼，用熱水或熱水沖洗他的全身，再換上乾淨衣服，使他靜靜的睡，並給他喝些熱茶熱湯等類的東西，以增加他的體溫，恢復健康。脫下的衣服要放在輪水裏泡幾天再用水沖洗。

若是中毒的人眼睛發紅，流淚，可以用溫開水或硼酸水或稀淡的冷鹽開水洗，並且用熱水敷。若是喉嚨燥癢、咳嗽，可以用熱開水加些小蘇打叫他喝，如果皮膚起泡或潰爛就用棉花沾酒精，把毒氣擦乾淨，再用灰氫氣水或硼酸水洗，拭乾後好好包紮。

起來。

驅毒與消毒 芥子氣是一種持久性的毒氣，所以被放有芥子氣的地方必須注意消毒與驅逐毒氣。我們可以用以下的幾個方法：一、燃燒法，即把煤油倒一些在柴堆上，燃燒起來，使火煙沖散毒氣。二、沖洗法，先散佈多量的鋸末，木炭末之類的東西，洒上水，然後掃除乾淨，再用石灰水等洗刷，使毒氣完全消散。三、中和法，用漂白粉或碳酸鈉等水溶液洒在房屋中，並用它洗滌傢俱，使毒氣中和而失去其毒性。四、自然法，把服裝用具等在日光下曝曬或放到流水中沖刷，以及風吹雨打，都能使毒氣消散。

複習題

1. 被鍋子蜇了爲什麼塗些鹼水或肥皂或阿姆尼亞水或尿酸會減輕疼痛呢？
2. 根據你的經驗，遇到毒氣時怎麼辦？爲什麼？
3. 你認爲在戰爭情況下應該有些什麼防毒準備？
4. 過去你見到過中毒的人沒有？怎樣處置的？爲什麼？

第八課 熱的傳佈

熱的傳佈 我們把手伸到火爐的上邊，就會感到有上衝的熱氣，放到火爐的下邊就沒有什麼熱氣，用手摸火爐，就會感到灼手，把手放在火爐的兩旁，也會覺得有熱氣。這是因爲在溫度不同的物體間就會發生熱的傳佈現象，由於火爐的熱傳佈到手上，傳佈的方式不同，所以在火爐的上下左右給人熱的感覺就不一樣。熱的傳佈方式有三：

一、對流，液體和氣體受熱時，受熱的部份因膨脹而上昇，由上向四周流去，四週較冷的部份便由下向熱處流來，補充這地方的空隙，受熱後又上昇，四週又來補充，因此一處受熱便能將熱傳佈出去，所以竅洞裏只要生一個火，全竅都會暖，這種傳熱的方式叫做熱的對流。水放在鍋裏煮，鍋底加熱，鍋底的水受到熱就向上衝，四週的冷水就來補充，當水開始滾的時候，我們可以看到水泡從下往上冒，若在水面加熱，就不容易發生熱的對流，所以水就不容易燒熱。把手放到火爐上邊會感到有上衝的熱氣，放在火爐下面就感不到什麼熱氣就是這個道理。

二、傳導，固體的東西一頭受熱，常會將熱傳到另一頭去。用一根鐵棒，一頭放在火上燒，不久另一頭也會感到燙手，這種傳熱的方式叫做熱的傳導。但是用一根木

棒，一頭放在火上燒，木棒燒着了，另一頭也不會感到燙。這是因為各種物質傳熱的程度不一樣，金屬比較容易傳熱，木材、棉、毛不容易傳熱，所以冬天穿棉衣和毛衣，就是爲了使身體的熱不至傳出體外去。用手摸燒着的火爐，會感到灼手，就是熱急的傳導到手上的現象。

三、輻射，發熱體不經別的東西，一直把熱放射出來的現象叫做輻射。太陽的熱就是輻射來的。白的東西對輻射來的熱最容易反射回去，黑色的東西最容易吸收輻射來的熱，所以冬天多穿黑色的衣服，夏天多穿白色的衣服。用手放在火爐的兩旁，覺得有熱氣，就是火爐輻射來的熱。

散熱 槍砲等火器受熱過多容易發生故障，所以盡可能的裝上散熱的設備，輕機槍的槍身上有一輪一輪的刻紋，就是爲了擴大表面，使熱輻射得快。普通散熱的辦法有三種：一種是擴大表面，使熱輻射得快。一種是裝上通風的設備，或風扇，加快週圍空氣的對流。一種是在機件上加套，利用水吸收去它的熱。

風 風就是空氣對流的現象，地面上的空氣受到太陽的熱不完全一樣，受到太陽熱的空氣就膨脹，一膨脹就變得稀而且輕，遂向上衝，別處的冷空氣來補充，於是產生了空氣對流的現象，對流劇烈的時候就會發生狂風。

中國的東南部靠着海洋，夏天太陽漸向北溫帶，對中國大陸及東南海洋更直射，於是天氣炎熱了。因爲海水比陸地容易吸收熱，所以陸地上的空氣比海面上的

空氣熱，地面上的熱空氣膨脹上昇，海面上的冷空氣從東南面吹到陸地上來，所以夏天多半是東南風。冬天太陽向赤道南去了，它斜射到北溫帶，氣候冷了。因為地面比海水散熱快，冷得快，所以地面比海面上冷，風就向海裏吹去，所以冬天多西北風。

在山地裏，一般的白天山頭的風大，晚上溝裏的風大。這是因為日裏山頂比山溝裏熱，空氣從下沿山邊上昇，成了谷風；晚上山頂的空氣在上面，比山溝的空氣冷得快，所以山頂上的冷空氣就會由山頂向山溝流去，成了一股從山頂吹下山來的風，叫做山風。

複習題

1. 為什麼悶熱的時候喜歡搨扇子？
2. 竈洞為什麼冬暖夏涼？
3. 為什麼舊棉花不如新棉花的衣服穿了暖？
4. 冬天忽然把房門打開，為什麼就會感到風特別大呢？
5. 請你研究一下旋風的道理。

第九課 音的傳播和回音

聲音 我們搖一塊石頭到水里，就會引起水面的起伏振動，這種水面的振動，一層層的傳播開來就是我們所見到的水波；若是水中浮着一片樹葉，就可以看出水波向四週傳播時，中間的水並沒有向四週流，各部份的水都只是在原處起伏振動。聲音就是空氣的振動所引起的。當我們說話的時候，喉部的振動，使週圍的空氣也起一種振動，不過水波是起伏的振動，空氣的振動是一層層疏密相間的振動。這種振動在空氣中傳播開來，就是音波。音波傳到人們的耳朵裏，引起耳膜的振動，刺激聽覺神經，就發生了聲音的感覺。當我們打鑼鼓時，耳動鑼鼓，鑼鼓就會發出聲音，這時我們用手輕輕接近鑼面或鼓面，會感到鑼鼓本身的振動，這振動引起了空氣的振動，而形成音波傳到我們的耳膜。若用手按住正響着的鑼鼓，使它們的振動停止，鑼鼓的聲音立即消滅。說話時，對面說話就聽得很清楚，背着人說話就不容易聽清楚，這就是因為聲音從喉部發出，容易向前而傳播，而不容易向後面傳播的緣故。聲音太猛烈時，音波的振動力太大，往往會把人的耳膜震破，把耳朵震聾。

聲音的傳播 平時在戰場上，我們總是先看到遠處冒出的灰塵和煙，然後才聽到爆炸聲。這並不是因為先爆炸然後才發出聲音來，而是因為音波在空氣中傳播需要經

過一定的時間，才能傳到我們的耳朵裏；而光傳播的速度就比聲音快得多，幾千幾百公尺的距離，光的傳播所需的時間非常少，幾乎等於不用什麼時間，因為光每分鐘可傳三十萬公里，而聲音每秒鐘在空氣中只能傳三百三十公尺，所以發出聲音的地方離我們愈遠，聽到聲音比看到象徵更遲，先見到閃光，後聽到雷聲，就是這個道理。

在固體和液體中也能傳播聲音，而且一般的比在空氣中還要傳得快些。在水裏傳聲音比在空氣中傳聲音要快四倍半，在鋼鐵中傳聲音要比在空氣中快十五倍，所以把耳朵貼在鐵軌上去聽，火車在十幾里以外，就可以聽到響聲。把耳朵靠近地面聽樹葉的動靜，可以聽得這些也是這個道理。空氣對傳音也有很大的關係，在雨後空氣中有大量的水分，所以傳音比較快。溫度增高，傳音也比較快，溫度高一度，每秒鐘傳音要快 2.5 米遠。順風比逆風傳音也要快些，因為逆風時音波就被風力抵消，而波弱音沒的傳播，甚至傳不出去。

回音 聲音隨着空氣的振動傳播開去，假若音波遇到障礙，再不能傳播開去就又會被撞回來，撞回來的音波，又再一次的傳到我們的耳膜，這就是回音，大禮堂的回音壁相隔很遠，說話時常有回音擾亂，在山溝裏說話通常聽到很清晰的回音。空中的雷聲隆隆可以繼續相當長的時間，那是因為最初的雷聲被層層多次撞回來所發出的回音。假若牆壁上，或周圍有可以發出回音的障礙物，比如在周圍掛上軟質的幕類，把撞來的音波吸收，不再撞回來，就可以免除回音擾亂。不過障礙物近了，撞回來的音

波和原來的音波差不多同時達到我們的耳膜，所以不但不會發出回音，而且會使聲音加強。

回音往往會迷惑人的聽覺，有時很難分辨真正聲音發出的方向，我們判斷聲音來的方向，不應僅憑自己的聽覺，而且要注意週圍有沒有可以產生回聲的障礙物。

複習題

1. 怎樣從敵人的砲聲去大約的估計敵人砲兵陣地的距離？
2. 為什麼砲子在射擊時要張到嘴？
3. 為什麼房子裏說話聲音大，在空場裏說話聲音就感到小呢？
4. 為什麼前面的房子容易聽到聲音，隔壁房子就不容易聽到呢？
5. 在作戰中或平時你對分辨槍砲聲的方向有什麼經驗？

第十課 聲音的強弱和高低

聲音的強弱 打鼓時，鼓愈大發出的聲音也愈強，這是因為鼓面的上下起伏的範圍大，這種上下起伏的範圍我們叫作振幅。鼓面大，它上下起伏的範圍也大，也就是

振幅大。胡琴的絃子愈長，它能夠振動的範圍也愈大，也就是振幅愈大。振幅大發出的聲音也就強，振幅小發出的聲音也就弱，所以說聲音的強弱是由振幅的大小而決定的。

離開發音體愈遠，聽到的聲音就愈弱，漸漸就聽不清楚，以至聽不到。這是因為聲音向四處傳播，傳播得愈遠，音波的振動範圍就愈小，聲音就愈弱，同時音波又被別的音波所擾亂而聽不清楚，傳播得愈遠，音波漸漸消失，就聽不見了。在夜靜的時候容易聽到較遠處的聲音，在日開喧嘩的地方，容易聽覺遠處的聲音，就是音波被其他音波所擾亂的緣故。

聲音的高低 音調的高低是由於發音體每秒鐘振動次數的多少而決定的。譬如鼓而每秒鐘起伏多少次，紗索每秒鐘振動多少次，次數多的就是振數大，音調就高，次數小的就是振數小，音調就低。

振幅大的發音體，它的振數常常比較小，振幅小的振數反倒大。所以大鼓的聲音宏大，音調就比較低，小鼓聲音小，音調就比較高，絃樂器的絃索長，音調就低，指頭按下點，絃索振動部份短了，音調就高，吹簫和笛子，指頭關閉上面的小眼就是為調節竹管內振動的空氣柱的長短，所以能發出各種不同的音調。

男子的聲帶長，振幅大，振數小，所以聲音宏大，音調就低。女子的聲帶短，振幅小，振數大，所以音調高，聲音就弱。

音色 胡琴和簫笛等樂器所發之聲音，我們可以使它們的音調高低一樣，聲音的強弱也一樣，但我們一聽就可以分別出來那個是胡琴聲，那個是簫聲和那個是笛聲了。這是因為各種物體的振動，除了振幅振數的大小不同外，還有形狀的差異，在一次振動中，常含有很多複雜的小振動，因此使各種物體所發出的響聲都各有它們的特色，這種聲音上的特色叫做音色。各種物體的音色不同，所以我們就能分辨出各種聲音是那種物體發出的了。

共鳴 一個發音體發音時就要振動，由這個振動因空氣的振動而引起了其他的物體也發生同樣的振動，而使聲音加強的現象叫做共鳴。凡是容易振動發音的物體，放在一個發音體的近處，如果距離和位置合適，就很容易發生共鳴。各種樂器大都具有共鳴的裝置，譬如胡琴的圓筒，提琴、月琴、琵琶的薄木箱，都是共鳴的裝置，唱歌唱得好的人就是會利用頭部的共鳴。

物體振動得不規則，發出的聲音就不好聽，我們叫它噪音，振動得有規則。聲音就很好聽，我們叫它樂音。

複習題

1. 噪音和共鳴有什麼不同？

2. 爲什麼一聽熟人的聲音就能辨別是誰？
3. 胡琴沒有底下的筒子拉起來怎麼樣？那筒子有什麼用處？
4. 舉例說明什麼是噪音，什麼是樂音。
5. 用實例說明什麼是振幅的大小，什麼是振數的大小。

第十一課 光的反射和屈折

光的反射 從門縫裏或窗戶洞裏射進一條光綫，我們用鏡子截住這條光綫，即見光綫停止在鏡子上，不能射透鏡子，但從鏡子上又射出一條光綫，射到別處去，這條光綫是從鏡子上反射出來的。若用一塊玻璃來截住這條光綫，光綫依然能透過玻璃直射到地面。若我們用一塊鐵片來截住這條光綫，光綫就被截住在鐵片上，不能透射過去，同時也沒有反射出來的光綫，光綫被鐵片吸收了。用這三種不同的東西來截一條光綫，可以產生以上三種不同的現象，這說明了光綫射到物體上，有的物體能把光綫吸收；有的物體能把光綫透過，有的物體能把光綫反射出來。一般的黑色的物體吸收光的力量最強，反射和透過光的力量弱，白色的物體吸收光的力量弱，反射光的力量強，透明體的透過光的力量最強，淺顏色的物體反射光的力量比較強，吸收光的力量比較弱，深色的物體則相反，所以我們的武器多塗黑色，以免暴露目標及混亂眼

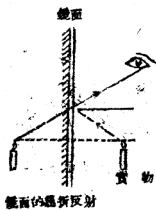
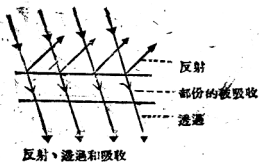
睛的視力，同時光的反射力和物體表面的光滑與否也有關係，光滑的物體反射力強，粗糙的物體反射力較弱。不過一切物體都不是絕對的反射、吸收或透過，而只是反射、吸收或透過的程度上的不同。

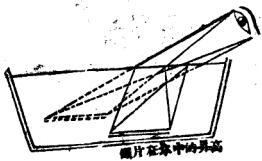
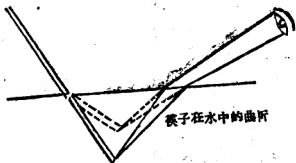
白天在房子裏雖然日光不能直射進房子，但也很明亮，這是由於各種物體反射進來的日光。我們照鏡子時就是光線從我們臉上射到鏡面，再由鏡面反射到我們眼中，看起來好像自己的面影在鏡後，光線由鏡後直接射來似的。

光的屈折 將一支筷子泡到水裏一節，我們看起來好像筷子折斷了似的。這是因為空氣和水的密度不同，光在空氣中和在水中的速度也就不同，所以從水中筷子上面的光線射到空氣中時就會發生這種屈折的現象，但我們眼睛不會覺着光線是屈折了的，反而覺得是筷子折斷了。

在一個碗裏放一塊小紙片，將眼放在碗的旁邊恰恰看不到紙片的地方，然後輕輕把水倒進碗裏，我們眼睛不動，也就會看到碗底紙片了，這是因為紙片上的光線經過屈折就可射入眼中，所以就能看到了。

正因為水能射出的光線都經過屈折後才射到我們眼中，所以無論水多清，我們眼睛所看到的水的深度，總比實際的深度要淺得多，所以在軍事上偵察渡河地點時，對水的深度無論如何不能單靠眼睛看到就算數，最好是實地探測一下。





複習題

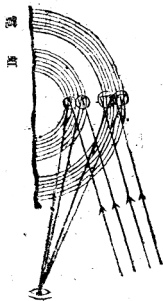
1. 爲什麼我們面向太陽照鏡子時特別亮，背向太陽使鏡面對太陽時反倒照不亮呢？
2. 夜間看白色的東西爲什麼特別顯著？
3. 槍上的準星爲什麼是黑的，磨白了對射擊上有什麼影響？
4. 在夕陽照射下的水面看起來往往是一片閃閃燦燦的金光，這是什麼緣故？

第十一課 日光

虹和暈 假如在太陽光下水面上放上幾滴油，就能看到水面上現出幾種彩色來，或含一口水在陽光下噴射出去，也可以看到好幾種顏色的光綫射出來，虹就是同樣的情形所形成的。

在太陽光裏包含着七種顏色的光綫，按次序的排列是紅橙黃綠青藍紫。這七種顏色的光綫合在一起，就成了我們平時看到的白色的日光。在雨後初晴的時候，天空中還飄浮着許多小雨滴，太陽光射到水滴上經過屈折射到水滴內部，又從水滴的內壁上反

射回來，遇到水滴的外壁屈折反射出來，但由於各色光線屈折的程度不同，因此反射出來的光線就不再合在一起，而現出七色彩虹的虹來。虹的紅色在外圍，紫色在裏圍，各色都比較鮮明。如果日光經過兩次屈折後才射到地面，則看起來就是一條紅色在裏圍，紫色在外圍的霓，霓的七色因為經過兩次屈折的緣故，所以比較模糊。



有些雲生在很高的地方，因為很冷，往往結成無數細小的冰層，由這些細冰聚集而成的，這種雲反射出白色的光線來，就是雲，仔細看時雲也有七色，但不太明顯。早晨和晚上日光斜射的，透過的空氣比較厚，灰塵又多，別的光線透不來，只有紅色的光線能透過，所以看起來是紅的，就是我們平常見到的紅霞。

顏色。太陽光射到物體上就被物體吸收，但不能全部吸收，物體不能吸收的光線的顏色就是物體所表現的顏色。物體假若能把七種光線都吸收了，那麼看起來就是黑的，黑的東西放在太陽光下最容易熱，黑的衣服最容易乾，夏天穿黑衣服特別熱，就是因為黑色的東西吸收的光線最多。若七種顏色的光線完全不能吸收，那麼看起來就是白的。夏天多穿白色的衣服，就是為了可以少吸收些太陽的光線。

紫外綫和紅內綫 太陽光除了以上的七種光線外，還包含一種紫外綫和一種紅內綫，這兩種光綫我們平常看不到。紫外綫能殺菌，能在我們皮膚下形成一種維他命。植物的葉綠素能吸收碳酸氣中的炭，把它變成澱粉也是靠紫外綫的作用，所以我們常晒太陽可以使身體健康，但紫外綫透不過玻璃，隔着玻璃晒太陽就沒有殺菌作用。

紅內綫最熱，也叫代熱綫，我們夏天穿白衣服，別的光綫它不能吸收，但紅內綫則能吸收，所以還會吸收一部分熱，不過比黑色的要少吸收些其他的光綫就是了。

複習題

1. 爲什麼黑布能擋住光綫，使房子黑暗？紅布只能透過紅光，使房子內變成紅色的光呢？
2. 空氣是沒有顏色的，爲什麼晴天的天空是藍色，在風天的天氣又是灰暗的？

- 呢？水深了又爲什麼是藍色的呢？
3. 虹的方向爲什麼能預測氣候？根據你所知道的關於虹有些什麼民話？並分析之。

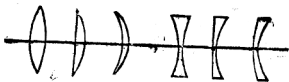
第十三課 透鏡

透鏡 近視眼或遠視眼只要戴上眼鏡就可以使近視眼看清楚遠處的東西，遠視眼能看清楚近處的東西，假如我們仔細去看近視眼鏡和遠視眼鏡就可以看到它們的區別，近視眼鏡的玻璃是向裏凹的，而遠視眼鏡的玻璃是向外凸出的。把望遠鏡拆開分析一下，可知只是幾塊凹凸的玻璃所造成的。

這種透明的玻璃，一面是曲面或兩面都是曲面的，叫做透鏡。中心厚週圍薄的叫做凸透鏡。中心薄週圍厚的叫做凹透鏡。凸透鏡也叫做聚光鏡，因爲平行的光線經過凸透鏡時，屈折而使光線會聚一點，這一點就叫做焦點，經過焦點後光線再前進就又分散開，分散時下方的光線到上方，上方的光線到下方。凹透鏡又叫做散光鏡，因爲平行的光線經過凹透鏡時，屈折而使光線分散。

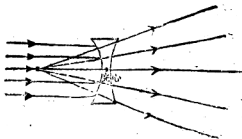
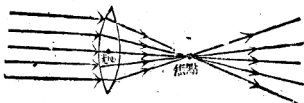
光心。

從圖中可以看到，各種透鏡的中心一點，光線經過它時不發生屈折，這一點叫作



凸透鏡

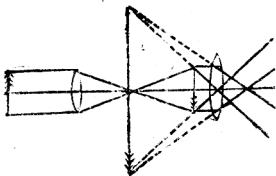
凹透鏡



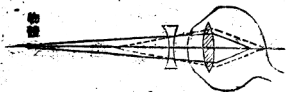
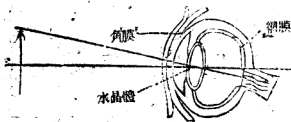
放大鏡和望遠鏡 放大鏡就是由一個成放倒透鏡組成的一個凸透鏡，東西放在透鏡的焦點以內隔鏡看去，由於這東西上射來的光線經過透鏡會與我們眼裏，可是我們眼睛總以為是成直線射來的，所以看起來就放大了多少倍。



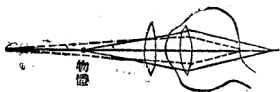
望遠鏡就是由兩個凸透鏡所組成，物體經過第一個透鏡時將物體造成一個像，在第二個凸透鏡的焦點以內，再由第二個凸透鏡放大就是我們所看到的像。



近視眼和遠視眼 人眼睛內的水晶體就好像一個凸透鏡，由物體發出的光射進眼
睛裏，水晶體可以由眼球的毛狀筋的伸縮而增減凸度，以適應物體的遠近，使物體在
網膜上產生一個顯明的像，刺激神經就可發生視覺。



近視眼因為水晶體凸度過甚，看遠處的物體所生的像在網膜前面，所以要用凹透鏡作成眼鏡，使光線先發散，就可以使物體的像移到網膜上。
遠視眼是因為水晶體凸度減少而太扁平，看近處的物體所生的像超過了網膜而看不清，所以只要用一個凸透鏡使光線收斂起來，把所生的像移到網膜上就可以看清。



複習題

1. 放大鏡所看到的像為什麼是正的？望遠鏡所看到的像為什麼是倒的？
2. 根據透鏡的道理來研究照相機是怎麼回事？

第十四課 雷和電

電 在夏天常常有雷雨，當雷雨起來時，那閃閃的電光隆隆的雷聲是從那裏來的呢？要明白這個道理，先要講一講電。電是一種很難弄清楚的東西，常常看不見也摸不到，但不論什麼地方都存在着。電在靜止的時候我們很難感到它，但它一動起來，我們就可以感覺出來了，正像空氣一樣。

在天冷的時候，用手摩擦臥在爐旁的貓背就可以擦出火星來，而且還劈劈拍拍的響着，這就是電。

電有兩種，這兩種電性質相反，却同時存在各物體中，一種叫做陰電，一種叫做陽電，它們的量相等，平時合在一起，一點也看不出來，好像它們並不存在似的，但把它們分開來時，這兩種性質的電就互相吸引，要排除萬難衝到一起去會合，在這時候我們就可以覺得它們的存在了。它們見面時便發出火光和爆炸聲，於是又不靜了，一直到它們再被分開，就又會發出火光和爆炸聲而會合。摩擦和物體內部的急劇變動都可以使兩種電分開。用手摩擦貓背所發生的現象，就是由摩擦而使貓身上的電分離又相會的現象。

一般的物體在摩擦時都會生熱和電，但因為許多東西都能傳電，摩擦時所生的電

都被傳走了，所以不覺得有電只覺得有熱。

閃和雷 水受到太陽的熱，蒸發變成了雲，這樣由水本身起了急劇變化而產生的雲，時常容易帶上被分離開的一種電，當那些帶着不同性質電的雲塊行進一起時，就互相吸引衝破空氣的阻礙而相會，這時就會放出大量的熱和強烈的光，閃過的空氣也都震動得很厲害，所以同時還發出很大的聲音，就是我們所見到聽到的閃電和隆隆的沉雷。由此可知雷不是像農村中一般所傳說的雷公打的，而是雲塊上帶的電的會合。

電的感應 陰電和陽電都是同性相斥異性相吸的，所以把帶有一種電的物體，放在一個兩種電相合沒有表現出帶電的物體近旁，這沒有現出帶電的物體中的兩種電，因為受帶一種電的物體中的電的影響，使這一物體中相反性質的電就接近一端，而使另一種電被排斥而聚集另一端，這樣使這一物體也發生帶電的現象叫做電的感應。

雷擊 為什麼高塔和大樹常會被雷擊呢？這是因為陰電和陽電都有聚集尖端的特性，平面上的高塔和大樹是比較突出的物體，所以地面因受帶電的雲的感應而生的電就聚集在上面，容易和雲中異性的電發生相會合的現象，因此下大雨時立在高塔或大樹下就容易遭受雷擊。若在房頂上裝一根尖的鐵棒，棒下面接一條很粗大的電線，電線的下端埋在地裏，最好是埋在陰溝裏，那麼地面的電就聚集在鐵棒的尖端上，因為鐵棒很尖，聚集的電不很多時就會由尖端放射出去，這樣可以避免雷擊，這種裝置叫做避雷針。

複習題

1. 農村中關於雷電有些什麼傳說？應如何解釋？
2. 雷擊一般的是在什麼情況下，為什麼？一般的爲了避免雷擊應注意些什麼？
3. 什麼叫做驚屍，為什麼？

第十五課 電流

電流 帶電的物體，假如和金剛的東西或其他潮濕的物體相接觸，電就會沿着這種物體而運動，這叫做傳電。爲什麼打雷的時候，穿濕衣服或靠住濕牆容易受雷擊呢？就是因爲潮濕的東西容易傳電。電沿着一個物體流動就叫做電流。水在管子裏總是由高的一頭流向低的一頭，電流也是同樣，電流 flowing 傳電體的一頭叫做陽極，流出的那一頭叫做陰極。

鐵和銅最容易傳電，所以叫做電的良好導體，乾木頭、乾棉絨等不容易傳電叫做電的不良導體，橡皮、磁黃、磁器等幾乎就不能傳電，這些叫做電的絕緣體。

電阻 水在管子裏流動就會和管子發生摩擦，電流經過導線時也要受到導線的阻力，這種電流通過導線時所遇到的阻力叫做電阻。水在管子中流動時摩擦的大小，要着

導子的光滑程度，而導線對電流的阻力就要看導線的質料如何，最好的良導體如銅和銀等電阻就小，非良導體阻力就大，但除了質料的關係外和導體的粗細也有關係，粗的電阻就小，細的電阻就大。

電流通過導線時，因為受到電阻就要消耗些電流，使一部份電流變成熱而散失。我們利用這種電流通過電阻所產生的熱，可以製成電爐電燈等東西。

把電阻很大的導線盤在絕緣的磁盤子內，通上電流就會發出很高的溫度，這就是電爐。

任何物質受到高熱都會發火，只要用電阻很大的鎢絲或鎢絲封在玻璃泡裏，抽去空氣，放進氬氣等不能助燃的氣體，通上電流即可以發出光來，這就是電燈，燈絲在高熱時因為不和氧氣接觸，所以也不會燃燒。

走電 平常用的電線為什麼要用被覆線呢？這是因為通了電流的導線和其他傳電體接觸，就會經過其他物體將電流傳走，這種現象叫做走電，走電一方面浪費電力，另一方面又容易使人觸電而發生危險。用被覆線使導線外面有一層絕緣體，就不容易發生走電的現象。電線桿上用磁瓶也是這個道理。

電池 我們平常見到手電筒中或電話上用的電池，是利用化學作用所發生的電。用一個鋅筒，裏面插一根炭棒，棒的四週圍繞以二氧化錳和炭粉的混合物，筒中盛裝糊狀的氯化銻水溶液。鋅筒就是電池的陰極，炭棒就是陽極，用導線連結兩極就會發

複習題

1. 電話用的電綫爲什麼不直接掛在電綫柱上，而要有磁那呢？不用磁類可與費生什麼現象，怎樣避免之？
2. 剪通了電流的電綫爲什麼要帶皮手套？
3. 用什麼方法可以破壞敵人的電綫而使敵人發覺不了氣跡呢？
4. 乾電池放在潮濕的地方爲什麼會失去效用呢？

第十六課 磁石

43

磁石 我們平常用的指南針（也叫指北針）爲什麼能判定方向呢？這是因爲指南針是磁石磨成的，用普通鋼鐵磨成的針就沒有這種作用。地球本身就是塊大磁石，地球的兩極，南極和北極就接近於這塊大磁石的南極和北極。磁石有同性互相排斥，異極互相吸引的特性；所以磁針的北極被地球的南極所吸引，磁針的南極被地球的北極所吸引，所以無論怎樣轉動磁針，磁針的北極總是指南；磁針的南極總是指北。

磁石能夠吸鐵，所以又叫做吸磁石。

電磁石 把電線繞在鐵棒上，通上電流，這塊鐵棒會變成磁石，能夠吸鐵。這種用電流做成的磁石叫做電磁石。做電磁石的鐵要用軟鐵（熟鐵），因為軟鐵發生磁性快，同時只要一去電流很快就會失去磁性，恢復原來鐵的性質。鋼鐵等受到磁性後本身就會變成永久的磁鐵，去了電流也就很難失去磁性恢復原來的性質。電報電話等都是運用電磁石做成的。

電報的發報機就是一個電鍵，電鍵一按下去就通上了電流，電鍵不按時電流就被切斷，所以拍動電鍵的時候，就能發出忽斷忽續的電流。收報器就是個耳機子，在收報機中有一塊電磁石，當電流通過時發生磁性就使磁棒前面的鐵片，電流一斷鐵片又恢復原來的地方，這樣電流通一通一斷，鐵片就一來一往發出一下一下的聲音，或在磁片上連一浪鋼針，鐵片一來一往就畫出一條條的痕跡。按鍵的間隔有長有短，發出的聲音也就有長有短，或畫出的痕跡也就有長有短，短的叫做點，長的叫做畫，點畫相錯就成為各種電碼。

電話的送話機的喇叭口裏面有一塊極薄的富於彈性的炭精片，炭精片後面和許多小炭粒接觸着，我們向喇叭口講話時，炭精片就依着聲音的大小而作出忽強忽弱的振動，因此炭精片後面的炭粒受到炭精片的壓縮也就忽緊忽鬆，緊的時候電阻就小，通過的電流就強，鬆的時候電阻就大，通過的電流就弱，所以由天線送出的電流也忽強

忽弱。受話器就是個聽筒，聽筒裏的電磁石受了這種電流的作用，也就發生忽強忽弱的電性，電磁石前面的鐵片也就忽強忽弱的振動，發出來的振動和說話聲音的振動一致，所以聽到的聲音和說話的聲音一樣。

拿電線繞成線圈，在電磁石的兩極中間轉動，線圈上就會發生電流。發電機就是用這個道理做成的。

複習題

1. 手電筒不按電鍵時為什麼不亮？
2. 用普通的銅電做成的電磁石能不能裝製成電話電報，為什麼？
3. 你見過電話電報沒有，請你根據課中所講的研究一下。

第十七課 重力和慣性

力 我們要推一個東西，拉一個東西，使物體轉動，將物體舉起，或把物體毀碎，撕破等都要用力，同時我們用力在一個物體上，就可以使物體的形狀改變，或位置改變，或發生運動。

我們用力推一塊木板，向前推則木板向前移動，向後推則木板向後移動，用力大則木板位置的改變大而且快，用力小則木板位置的改變小而且慢，若將力用在板的任何一邊的中點，則板即隨着力向前後移動，若將力用在板的任何一個角上，則板不會前後移動而只轉起來。由此可見一個力要從力的大小、方向、着力點三方面來研究，同樣大小同樣方向的力，着力點不同所發生的作用也不同。

力是看不見的一種量，只有從物體的變動中去說明力的大小、方向及着力點。在計算力的時候，可以用直綫來表示，譬如一個八磅的力，向東，作用於A點，則可以由A向東繪一直綫，直綫含八個單位長，一個單位表示一磅，這樣的一條直綫，它的長短即表示力的大小，它的箭頭即表示力的方向，它的起點，即表示力的着力點。



重力 一個東西若沒有被別的東西托住，也沒有被人用力牽住，那麼這東西就會從自然的落下地來，這是因為地球有一種吸引地球上各種物體的力量，這種力量叫做地心吸力。各種物體間都有互相吸引的力量，不過這種力量很小，我們平常感不到就是了，地球吸引物體，物體也在吸引着地球，不過因為地球吸引的力量大而物體吸引地球的力量則很小，所以平常只感到是地球吸引物體的力量。這種一切物體間都在互相吸引着的力量，叫做萬有引力，地心吸力也就是萬有引力的一種。

當我們手上托一塊鐵，就會感到有一種力量壓在手上，平常我們認為這是鐵的重量壓在我們的手上，但是為什麼手放在鐵的上面就感到壓呢？可知壓我們手的不是鐵本身，而是地心吸力吸引鐵的力量通過我們的手，所以感到壓。物體所表現的重量就是地球對物吸引的力量，地球對物體吸引用多少斤的力，這物體就表現了多少斤重，因此地心吸力也叫做重力。

慣性 我們放一塊小石塊在紙上，將紙猛一抽出，這時小石塊仍在原地不動，這是因為紙抽得太快，抽紙的力還沒有傳到小石塊上，所以它還是保持靜止不動。

人在車上或騎在馬上，車猛一開動，或馬猛的跑起來，人便向後倒，這就是因為在車沒有開動，馬沒有跑以前人是靜止的，猛一動，人的腳隨着前進了，身體上部還沒有受到力的作用，還靜止在原地，所以便向後倒。車在開動着，馬在跑着，猛一停人又會向前倒，這是因為車或馬動着的時候，人的身體也隨着在運動，猛一停，人的身體上部還在向前運動着，所以便向前倒。這種物體要維持原來靜止狀態或原來運動狀態的力叫做力的慣性。

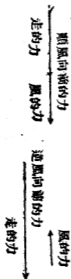
複習題

1. 用五斤的力量推木板的一端向東南方向前進，用圖怎樣表示？

2. 樹上的菓實成熟了爲什麼會往下落？
3. 同樣重的東西在平地上和高山頂上稱是否絕對一樣重？
4. 跑的愈急爲什麼愈不容易住腳？
5. 飛機投下來的炸彈是否垂直落下的？爲什麼？

第十八課 合力

合力 當我們遇到颶風天行軍時，一定都希望走順風路面不願走逆風路，因爲順風走路要比逆風走路省力得多。但這是什麼道理呢？風本身是個力，這力作用的方向就是風向，我們向那個方向走所用的力又是一個力，若順風走路，那麼我們用的力和風的方向是同一方向，逆風走路則是相反的方向，而這兩個力的着力點都在我們人身上，這樣就可以知道順風走時除人本身用的力以外，還加上風推的力，逆風走就必須從人本身所用的力再減去風吹的力，才能衝破風的阻力，剩下的力才是向前進的力。所以順風走要比逆風走省力得多。

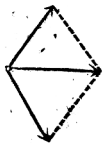


兩個力同時作用在一個物體上，所表現的力叫做合力。方向相同的二個力作用在同一點時，其合力等於二力的和，方向即二力的方向。方向相反的二個力作用在同一點時，其合力等於二力之差，方向即大力方向。

平衡力 方向相反，大小相同，作用在一個點上的兩力的合力就等於零，這樣的合力叫做平衡力。平衡力有兩種現象，一種是兩個力向兩端拉的，如拔河遊戲，或掛在空中的物體等，這種平衡力叫做張力。一種是兩個力向一點壓的，如我們平時壓東西，這種平衡力叫做壓力。



合力的計算法 我們建築房基時用的石基，是由兩個人在兩面用同樣大的力各向後上方拉，但結果石基不向任何一個人的方向去，而直向上方去。如果一邊用力大，一邊用力小，那麼石基就偏向力大的方向去，用圖來表示可以看出，兩個力作用在一



點上，若不是同一方向，也不是恰好相反的方向，那麼它們的合力就是以這兩個力為兩邊，畫成一個平行四邊形，這平行四邊形的對角線就是這兩個力的合力，兩力的着力點也就是合力的着力點。

彈道為什麼是曲線形的 子彈射出去時是沿着槍口的方向射出去的，但子彈除了子彈中火藥爆發時的氣體推動向前外，一出槍口還要受到地心吸力把它向下吸的力，因此子彈射出去的彈道就會略向下偏。但子彈出槍口後同時還受到空氣的阻力，使它向前進的力愈來愈小，所以子彈射出去後的彈道就愈來愈向下，而形成了一條彎曲的彈道，這種彎曲的形狀，我們叫它做拋物綫，因為一切投射出去的物體都是以同樣的曲綫落地的。



複習題

1. 颶大風時打槍不容易射準確，為什麼？可能發生那些偏差？為什麼？
2. 船向南行，每小時走十五哩，水向東南流，每小時水流速度是十二哩，問船

實際前進情形如何？用圖表示之。

3. 爲什麼鷄毛和紙片同時從高處擲下，總是紙片先落地呢？

4. 爲什麼打槍瞄準時總是瞄在實體的下邊一些才能命中目標呢？

第十九課 水的浮力

水的壓力與深度的關係 平常我們要使紙張或其他薄的東西壓平，總是放在書裏壓，書上再加些重的東西則更好。把幾本弄皺了的書堆起來，在最下面的書最容易壓展，這都說明了下層的書被上層的書所壓，位置愈下，所受的壓力也愈大。上層的書向下壓下層的書，下層的書，也要用同樣大的力量向上壓下層的書，所以紙就容易壓平。液體也是一樣，下層的液體受着上層液體向下壓的力，與下層液體向上壓的力，所以液體內的位置愈深，所受的壓力也愈大，深度增加幾倍，壓力也同樣增大幾倍。每個潛水艇都要標明它能潛水的深度，因爲潛水艇隨着鋼板的厚薄而決定它潛水的深度，超過一定限度，海水的壓力就會把那幾寸厚的鋼壳像捏雞蛋似的把它壓碎，就是這個道理。水的堤防是受水的側壓力，而堤防的下部又必須特別堅牢，這就說明了在同一深度的液體裏，上壓力下壓力和側壓力都一樣大。

水的浮力 用水桶從水中汲水，當桶未出水面時，感到很輕，當桶一出水面，立

則會感到增加了很大的重量。一塊石頭放在水裏稱和在空氣中稱，在水中時就要輕些；這是因為物體放到水裏，就會排出或擠開一部分水，所以這物體下部所受到的下壓力就減去了這部分水的重量，而上壓力却不變，所以物體下部所受的上壓力就比下壓力要大，這向上的壓比向下的壓大的力就是浮力。大多少呢？就是排出的水的重量。所以物體在液體中減輕的重量與它排開液體的重量相等。一桶水完全在水中，和出水面後的重量相差是一桶水的重，因此感到顯明的加重了很多。

浮沉 將一塊石頭拋入水中，石頭就立刻會沉到水底，將一塊木頭投入水中，木頭却浮在水面，這是因為木板比石頭輕的緣故。但軍艦是鋼鐵做成的，鋼鐵比石頭重，為什麼石頭沉入水底，而軍艦卻浮在水面呢？那麼我們就先要知道：物體所以能浮在水面是因為水的浮力作用，物體的重量超過水的浮力，這物體就浮在水面，物體的重量超過水的浮力，這物體就沉下。而浮力的大小，則需看物體的體積，軍艦雖然是鋼鐵製成的，但它裏面是空的，佔的體積大，所受到的浮力也大，軍艦的重，還不如和軍艦一樣大這麼多水的重，所以能浮在水面，石頭雖然比較輕，但石頭裏面是實的，佔的體積小，這麼大的一塊石頭，同樣大的這麼多的水重，因而沉下，所以物體放在水中沉浮，不僅要看物體本身的輕重，更重要的是看物體比同容積的水的重量輕還是重，輕的就浮在水面，重的就沉下水底去。

凡是浮在水面的東西，必須排開它重量相等的水，所以船裏載的貨愈多，下水愈

深。現在一般的輪船，邊沿上都畫有尺度，一看船身下沉的尺度，就可以知道船已載重若干，就是這個道理。

潛水艇的浮沉就是運用這道理，潛水艇底下面附有幾個很大的水櫃，放水入櫃時，潛水艇排開的水量就不能比潛水艇重，所以就下沉，將櫃裏的水排出時，潛水艇即因排開水的重量超過本身的重量而上升。

複習題

1. 用一個臉盆，裏面放一個罐子，罐子裏裝滿水，再用一塊石頭在外面先稱，然後放在罐子裏再稱，看兩次稱的重量有什麼不同？然後把盆內因罐子被放下石頭而溢出的水稱一稱，看這水的重和石頭減輕的重有什麼不同？並說明其道理。
2. 一塊木板往水裏平放就浮在水面，直放就沉下水去，但等木板全部進入水中後，則又浮起，這是什麼道理？
3. 一頭驢子，我們想要知道牠的重量，可用什麼方法？

第二十課 空氣的壓力和浮力

空氣的壓力 在上面的各課中已經給我們說明了空氣是一種無色，無味，無臭，看不見，摸不到的氣體，但是它是存在着的，拿一個杯子倒着往水裏按，就可以看到用相當大的力氣也按不下去；一定要把杯子歪倒一些，放出空氣，水才能進去。空氣包圍在地球面上大約有六百多里厚，這廣大的空氣統稱為大氣，空氣很輕，二十四升的空氣只不過重一兩，但是由於積壓得很厚，所以地面上所受到空氣的壓力，一方寸上就受到二十三斤的壓力。

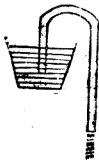
把一個籃球胆，用嘴吸盡裏面的空氣，然後將口子紮緊，使空氣進不去，這時用力拉球胆的兩面，雖然用很大的力量，也拉不開，這就是因為兩面的空氣都向球胆壓，人的力氣超不過空氣的壓力，所以拉不開。若是把口子放開，使空氣進去，那麼很容易的就拉開了。這是因為空氣進入球胆，進入球胆中的空氣向外壓，球胆外的空氣向裏壓，內外壓的力量相抵消，所以就沒有受到壓力一樣。人在空氣中受到這麼大的壓力，但是感覺不到，也正是這個道理。

洋油桶上只打一個小眼，就倒不出油來；喝生雞蛋時，只在蛋壳上敲一個小眼，也吸不出蛋清來；這都是因為大氣的壓力向口子壓去使裏面的液體倒不出來，若再敲

一個小眼，這樣讓空氣從一個口子進去，裏面的液體才能從另一個口子流出來。

空氣的浮力 物體在空氣中也和在液體中一樣，會受到空氣的浮力，不過平常比空氣輕的東西很少，所以就不容易看到空氣浮力的作用，氫氣比空氣輕，所以氫氣球可以昇到空中。氫氣球昇到上空就會破裂，這就是因為空氣愈往上愈稀，空氣稀薄了壓力就減小，氫氣球中的氣體向外壓的力量就沒有減小，所以相對的增加而把球皮脹破。降落傘就是利用空氣的浮力，使它在空中下落時的速度很慢，愈接近地面空氣愈密，浮力也愈大，落下的速度也愈慢，就不會把人摔壞。

虹吸 把水充滿一根彎曲的管子裏，管子的兩端都受到一樣大的空氣的壓力，但是因為管子兩端水的深度不一樣，管口短的一端水的下壓力比管口長的一端水的下壓力要小，所以空氣的壓力就會使管口短的一端的水上流，向管口長的一端流出。這種



現象叫做虹吸。利用虹吸的道理，在工業上可以把很重很大又不能傾倒的容器裏的液體排出；或者是要將容器上層的液體吸出，而不擾起下層的沉澱物，也可用虹吸的辦

受風吹的力量而發生的偏差。

向心力和離心力 用線繫一塊石頭，手拿住線的另外一端，使石頭帶着以線長為半徑的圓週上作圓運動，我們就會覺得手必須時刻用力拉住石頭，如果放開，石頭就會飛開落下地去，這種拉住石頭，使石頭向着中心運動的力，叫做向心力，石頭若沒有這種向心力拉住它，它就會飛開，這種向外飛開的力量就是離心力。

鐵道在轉彎的地方，為了預防火車一直衝出去，所以要把靠外的鐵軌墊得高一些，這樣在轉彎時車身就會略向裏歪一些，地心吸力就成了向裏引車身的力量。這力正和用力拉住石頭所用的力一樣，也就是向心力，這樣才能使車身運動的方向慢慢轉彎；所以把鐵路、公路轉彎的地方向外側墊高，或修築一些，車身運動的方向就會轉彎。平時騎自行車、當轉彎的時候，車身必須要向裏歪一些，賽跑的時候，跑的很快時，當轉彎的時候也必須把身子向裏歪，以免跌倒，也是這個道理。

轉動時，附着在轉動物體上的東西，受不到向心力的吸引，那麼就會向四處飛散，這種現象我們叫做離心力，如一塊濕手巾，我們拿在手中捻動，就可以看到手巾上的水向四處飛散。

複習題

1. 打乒乓球，對接旋球你有什麼經驗？

複習題

1. 水瓶裏的水往外倒時為什麼不像盞裏的水往外倒那樣容易？而又咕咕作響呢？
2. 用腳踏吹鼓了的豬尿脬會有什麼現象？什麼道理？
3. 虹吸的管子裏如不充滿水，會不會發生虹吸的現象，為什麼？
4. 請你研究一下風箱的構造，並繪圖說明之。

第二十一課 旋轉運動

旋轉 陀螺本來是站不住的，但轉動起來就能立在地面上，轉動很久，要推動它還必須用相當的力才行。在小棍子上很快的旋轉飯碗，能使飯碗不掉下來。這些都可以說明，物體作旋轉運動時，它的各部份都是圍繞着中心的一定直線來轉動的，物體旋轉的很快時，使軸心維持一定的方向，而不容易變動。

火器膛內的麥復線，就是為了使彈體經過它時發生旋轉運動，使子彈在空中運動時，子彈的軸心，能維持一定的方向，不至顛倒，而且可以增加射擊的距離，和減少

受風吹的力量而發生的偏差。

向心力和離心力 用線繫一塊石頭，手拿住線的另外一端，使石頭沿着以線長為半徑的圓週上作圓運動，我們就會覺得手必須時刻用力拉住石頭，如果放開，石頭就會飛開落下地去，這種拉住石頭，使石頭向着中心運動的力，叫做向心力，石頭若沒有這種向心力拉住它，它就會飛開，這種向外飛開的力量就是離心力。

鐵道在轉彎的地方，爲了預防火車一直衝出去，所以要把靠外的鐵軌墊得高一些，這樣在轉彎時車身就會略向裏歪一些，地心吸力就成了向裏引車身的力量。這力正和用力拉住石頭所用的力一樣，也就是向心力，這樣才能使車身運動的方向慢慢轉過來；所以把鐵路，公路轉彎的地方的外側破壞，或改低一些，車路過這地方時就會翻倒。平時騎自行車、當轉彎的時候，車身必須要向裏面歪一些，賽跑的時候，跑的很快時，當轉彎的時候也必須把身子向裏歪，以免跌倒，也是這個道理。

轉動時，附着在轉動物體上的東西，受不到向心力的吸引，那麼就會向四處飛散，這種現象我們叫做離心力，如一塊濕手巾，我們拿在手中掄動，就可以看到手巾上的水向四處飛散。

複習題

1. 打乒乓球，對接旋球你有什麼經驗？

2. 根據這一課所講的，請你研究一下，地球爲什麼呈扁圓形，而不是圓形？
3. 打濕了的草帽，拿在手中不斷的轉動，會有什麼現象？
4. 騎着在車輪上的泥土，當車輪轉動時，爲什麼就會飛散開？

第二十二課 力的反作用

力的反作用 用力把一塊小石子向一塊大石頭扔去，小石子碰到石頭後，也會跳起來，若用很大的力量扔，那麼小石子就會被摔碎，分散向四方跳去。當我們渡河時，船上的水手用力將篙撐岸，結果船反到漸漸離開岸向河中心走去，我們走路時用腳尖向後抵，我們却向前走，鳥飛動的時候，總是用兩個翅膀不斷的擺動空氣，這些都是什麼道理呢？用力投石子，石子受到力的作用打到石塊上，石塊就用一個力來抵抗小石子碰它的力，這抵抗的力使小石子跳起來，用的力大，抵抗的力也大，所以會把小石子碰碎。用篙撐岸，篙受到岸抵抗的力量而使船離岸向河中心走去，人向前走，用腳尖向後抵得到地面抵抗的力量所以向前進。鳥用翅膀擺動空氣得到空氣抵抗的力量，所以能飛起。由上可知，一個力作用到一個物體上，這物體必還給它一個力，這還回來的力叫做力的反作用，反作用的力和原來用的力大小相等，方向相反。

飛機和輪船 飛機和輪船都有推進機，推進機是由兩三塊金屬板裝在一個軸的兩

頭，用發動機使它轉動，這樣就能把空氣或水往後推而得到空氣或水的反作用，使機前進，所以飛機或輪船就可以沿轉動軸的方向前進。飛機和輪船的能量是由於板面的傾斜，利用空氣或水的反作用來變更機體或船體的方向。同時飛機兩翼下面所受到的抵抗就是風的壓力，可以支住機體的重量。可知輪船能在水中前進是水的反作用的利用，飛機能在空中前進是空氣反作用的利用。

彈性 用手拉橡皮管的兩端，管就會伸長，手一放開就又恢復原來的長短。用手使樹枝彎曲，手放開後，樹枝就又恢復原來的形狀，這種受力的作用時形狀改變，去掉力量又恢復原來狀態的性質叫做彈性。彈性是物質的一種性質，和力的反作用是不完全相同的。有的物體彈性很大，有的物體彈性很小，甚至沒有，凡有彈性的物體叫做彈性體。能夠使自己恢復原狀的力量叫做彈力。

可拉橡皮管的力量過大，那麼雖然手放開橡皮管也不能再完全恢復原狀，樹枝被彎曲得過分，手放開後也不能恢復原來的狀態了。可知彈力也有一定的限度，如果所用的力量超過了彈力限度以外，那麼力量雖然去掉，也不能完全恢復原來狀態了。我們槍上的撞針彈簧，子彈槍中的托子簧，輕機槍和手槍的撥機的彈簧都是利用彈的彈性而製成的。

複習題

1. 打槍時爲什麼會有坐力？爲什麼將肩用力抵住槍，坐力就比較小，爲什麼槍身輕的坐力反倒大呢？
2. 船上的帆船和船尾的舵有什麼作用？
3. 子彈有時候爲什麼會打不出，我們應怎樣愛護武器中的各種彈性體？
4. 舉幾個利用彈性作用作的東西。

第二十三課 穩度

重心 一本書，用一個手指頭能把它托平，是很不容易的；必須找到適當的一點，只有托在這一點上，才能使這本書平放在手指上；手指稍一移動，書立刻就會傾斜或跌下地去。一根棒子我們也可以用一個手指把它平托起來，但也只有在某一點上才能；手指一移動，離開這一點，棒就會傾斜而向一面倒去。在這一點上能托住全體的點叫做**重心**。

我們已經知道物體的重量是由於重力作用於物體上面表現出來的。物體的各部份都受到重力的作用，重力的方向都是和地面垂直向下的。重心就是這許多重力的合力的着力點。重心上所受到的重力就是物體各部份所受到的重力的合力。所以用手托住重心、或用托物體全部是一樣的。既然可以用桌子或手托住書、使它平放在桌子上

或手上，所以用手指托住書的重心，就可以使書不放在手指上；而書的其他各點就不能。

由上可知，重心一定是在物體各部份的重力最速中的一點，也就是說重心的上下周圍的重量都是一樣的。所以一個物體的底部愈大愈重，重心的位置就愈接近底部，也就是愈靠下。若物體的底部小或輕，那麼，它的重心的位置就比較高。一塊四方木板，它的重心一定是在中心。空瓶子和裝了半瓶子東西的重心位置一定不一樣，空瓶子的重心就比較高，裝了半瓶子東西的重心就比較低，這是因為裝了半瓶子東西的瓶子底部都加重了的緣故。

穩度 一本書平放在桌上就容易，要把一本書豎立在桌上就比較困難了。一顆雞蛋平放在桌上也很容易，但豎立在桌上就困難。底大口小的瓶子將底放在桌上立起來很容易，若要用瓶口放在桌上立起來就困難。



穩固的放法

難的放法

由上圖可以知道，書平放比豎放時的重心低，雞蛋平放比豎立時的重心低，瓶底

朝下比瓶口朝下時的重心低。因此物體的重心愈低，就愈容易放平穩，這種物體放平穩時平穩的程度，叫做穩度。

我們已經知道底部愈大、愈重的東西，重心就低，所以我們可以得出這樣一個規律：物體的底面愈大，重心愈低，重量愈大，那麼，它的穩度也愈大；反之則它的穩度也愈小。

穩平衡、不穩平衡和中立平衡 一個放在桌子上的玻璃瓶，我們稍微把瓶子傾斜一點，然後手放開瓶子，瓶子就又会恢復原狀；這種用力使它傾斜，力去後又能自動恢復原狀的狀態叫做穩平衡。若將瓶口朝下放在桌上，我們也把它稍微傾斜一點，手一放開，瓶子立刻會倒下；這種稍微傾斜就會翻倒的狀態叫做不穩平衡。假如把瓶子推倒後手放開瓶子，瓶子依然橫放在桌上不動；而且滾動瓶子，瓶子隨處都可以靜止，這種狀態叫做中立平衡。



從上圖中可以看出來，物體當傾斜的時候，它的重心的位置升高的就是穩平衡。重心位置降低的就是不穩平衡。重心位置沒有高低變化的就是中立平衡。

複習題

1. 上山下山的姿勢有什麼不同？什麼道理？
2. 初學走路的小孩為什麼常會跌倒？老年人走路為什麼要用拐杖？
3. 下過雨後坡地很滑，為什麼很容易把人滑倒？
4. 揹槍，端槍時怎樣才穩？
5. 試用穩度的道理說明小孩子玩的不倒翁是怎樣做成的？

第二十四 摩擦

摩擦 用繩懸掛在空中的物體，用很小的力量就可以推動它，但是在地面上靜止着的物體，要移動它就比較難，由此可知，和物體接觸着的表面，一定有一種力來阻礙它的運動，這種力就是摩擦力，平常就叫做摩擦。

同樣的物體，放在玻璃上油漆的桌子上推動就容易，放在粗糙的磚上或很粗糙的木板上推動就比較費力。肥皂洋氈等軟質的東西，包在光滑的紙裏就不至摩擦，包在粗糙的紙裏往往外表一層會被磨去。可見摩擦力的大小和兩物體接觸面的光滑與否有

着直接的關係，接觸面粗糙的摩擦力就大，接觸面光滑的摩擦力就小。

移動重的東西比較困難，移動輕的東西就比較省力。這又說明了摩擦力與壓力也有關係，壓力愈大，摩擦力也愈大，壓力愈小，摩擦力也愈小。

有些物體的摩擦力很小，最普通的是油，所以在必需減小摩擦力的地方，我們就塗上些油，使之運動靈活輕便。

滾動摩擦 平常載重運輸用的車子都用車輪，在經常移動的地方我們都把它修成圓的輪，如馬車上的馬輪，磨坊用的碾子，油印滾子等。這都可以說明了物體在滾動時所發生的摩擦力很小，所以用滾動的裝置可以減少摩擦。機械裏面在軸承和軸桿的中間，都裝有一定個數的小球，就是爲了使軸轉動時減少摩擦使運動靈活得多。

對摩擦的認識 我們在冰上走就會感到很困難，假若在冰上行走多時，冰表面上的一層水分沾到鞋底上，使鞋底上也結了一層薄薄的水，冰是很滑的，摩擦力很小的東西，所以這時走路就更困難，甚至不能邁步只能滑走，稍一用力就能滑得很遠。但冰與冰之間也還有摩擦的，假若物體間一點摩擦力都沒有，那麼房子也蓋不穩固，人也立不牢，東西也放不住，世界將成爲一個不可想像的世界。不過在有些地方摩擦力太大了，對我們的損害也是很大的，因此就要用種種方法來減小摩擦，如用滾動或油類來減小之。

另外在過去我們曾講過摩擦可以生熱和電，電流在導線中受到磨擦，會發生電阻

而做成各種器具，可知磨擦和人生是有着非常密切的關係的。

複習題

1. 汽車的膠皮車輪上為什麼要有凹凸不平的面？
2. 舉例說明在我們日常生活中什麼地方要減小磨擦，用什麼方法減小，什麼地方要加大磨擦，用什麼方法加大之？
3. 鑷子和磨有什麼不同，其作用有什麼不同？

第二十五課 槓桿

槓桿 我們想要搬起一塊很重的石頭，若用手搬不動時，可以用一根木棍插到石頭的下端，靠石頭附近的地方，在棍子下面再墊一塊石頭，然後在棍子的一端用力壓，石頭就會被抬起；這種用一根棍子就可用的力量搬起重東西的作用，叫做槓桿作用。

使用槓桿時，支持槓桿的地方，即墊石頭的地方叫做支點；用力的地方叫做力點；受重的地方叫做重點；力點到重點的距離叫做力臂；重點到支點的距離，叫做重臂。

力臂比重臂越長，那麼所需的力越小，越省機力。
 越大，比如力臂四尺，重臂是一尺，那麼力點所用力，只要物

力



把物體攪起；但力點向下按四尺，這物體只能向上提一尺（如圖）；所以槓桿作用，雖然能以小力搬動重的東西，但又受運動距離的限制。爲了克服這一困難，可以用繩子來代替槓子。如汲井水時常用的絞轆就是槓桿的運用。用幾個滑輪，就可以用小的力氣拉起重的東西；在輪船碼頭上常用這種道理，裝置起重機，（如下圖）。



三種不同的槓桿，依力點、支點、重點三點位置的不同，可以有三種不同的槓桿作用：

第一種槓桿是支點在中間，力點重點在兩端；這種槓桿省力與否，就要看力臂是否比重臂長而定。如剪子就是這種槓桿的運用；所以把東西放在剪子後面剪，似乎剪子特別快似的。定滑輪也是這種槓桿的運用（如後圖）。



第二種槓桿是支點在中間，支點和力點在兩端；力臂無論如何比重臂長一些，所以一定能省力些。如切草的鋸刀和動滑輪，都是這種槓桿的運用。

第三種槓桿是力點在中間，支點和重點在兩端；力臂總比重臂短一些，所以一定要費更大的力氣，但可以使重點運動的速度加快，所以有很大的力要使重物很快的運動才用這種槓桿。一般的用得很少，如鉗子就是。

複習題

1. 根據槓桿的道理，來研究秤為什麼移動秤錘就可知道秤東西的重量。
2. 兩個人抬一桶水，為什麼水桶靠近誰，誰就會感到特別重？
3. 抬東西的時候有些什麼經驗？是那一種槓桿的道理？

第二十六課 功

功和功率 我們用力舉一塊石頭，就是我們用的力等於石頭做了功就是它對重物所做的功，做了多少功可以所用的。

算之，譬如我們用手把五公斤的石頭舉高二米，那麼，我們手所作的功就是十公斤米。在單位時間裏，各種機械作功的量叫做功率，平常功率用馬力來做單位，一秒鐘把七六斤重的東西舉高一米所需要的功，叫做一馬力，按我們平常的馬來計算，就是說一匹馬獸一五二斤，每點鐘走七·二里，這馬的功率就是一馬力。

功的運用 從上一課中可以知道，運用槓桿可以小的力量舉起重的東西，但所做的功是沒有改變的，用的力量小了，運動的距離就大，搬起的東西重，但搬動的距離就小。所以不論什麼機械都只能以大的速度來減小需用的力，或以大的力來增加大的速度，但所作的功是不能有所增減的。普通的簡單機械都是運用這個道理製成的。譬如我們上坡時感到很費力，坡愈陡就愈費力，爲了少費力可以轉來轉去的走就可以減小坡的斜度，而少用些力，但是距離則加長了，所做的功還是一樣的。

又如我們要把釘子打進木板去很不容易，但是用螺絲釘柱裏鑽就比較容易，這就是用斜面的道理。用一張紙剪成一個三角形，把它纏到鉛筆上，就可以看到紙的斜面就形成一條條的螺紋向上轉，螺紋就是這個道理做成的。釘子不容易打進木頭，那麼可以用螺紋使它往下鑽時，經過長的距離而可用較小的力量。利用螺紋的道理，可以製成螺旋起重機等。

複習題

1. 迫擊砲架上和重機槍架上的螺旋是做什麼用的？
2. 把五千鈔的水，汲至高五米的水槽裏，問作了多少功？
3. 飛機每小時飛行四百公里，載一千公斤重的炸彈，問飛機的功率是多少？
4. 根據功的原理，去研究你所知道的簡單機械，如紡車，水車等。