

伍、物理部份之研討資料

物理組輔導教授提供

內容：

- I. 引言：談教學與評量
- II. 平時評量舉例
- III. 段考評量題目的講求與改進
- IV. 段考或期考優良試題舉例
- V. 診斷評量與甄選評量之比較

I. 引言：談教學與評量

由於升學競爭的激烈，使得全國國民教育深受其影響，不只是學生竟日埋首書本，每日得接受各種大小考試。老師們更是犧牲個人時間陪著學生，批改永遠改不完的卷子。學習變成無休止的考試與鞭策，不只是學子們難以由課堂中獲得學習的樂趣，更有演變成厭惡學校，視上課為累途的心態。

我們知道這種情形目前看起來好像沒有什麼改善的跡象，不過，是否情況真的必要如目前這麼嚴重呢？有無可能經由教學方法及評量技術的改進，來取代這種低效率的人力和精神運用呢？根據某些教師們實施實驗教學所獲得的成果來看，我們有理由相信，若是我們在教學技術及評量方面作一些改進，要達到我們所期望的教學效果，並不需如目前一般的疲於奔命。

首先，我們簡短的提示一下教學方式的改進，（雖然它不是今天研習會的主題，但它與主題具有密切相關）。我們都知道科學教育的主旨，不僅是科學概念的習得，另一方面，科學方法及科學精神和態度的培養也是目標之一，現行的理化教材就是在這種理念下編輯而成的。我們希望學生經由實際實驗所獲取的資料去分析，自行練習如何研判和解說資料，老師純粹站在輔導的立場，協助學生如何由資料中得到正確的科學概念及解釋各種偏離理想化的現象。我們是經由這種實際上的、不理想的資料去鍛鍊學生歸納推理的能力的，而不是先告訴學生理想情況下的知識，再到實驗室去「印證」的，至少在國中這個階段是這樣的。學生經由這種具體的實際經驗，很容易體會所得的科學概念，也同時習得如何研判及整理資料的能力、操作實驗的能力、和尊重事實、就事論事的科學態度。這種教學方式以目前的教學環境而言並非不可行，我們已由許多教師的成功教學中得到印證。即使在高中聯考中，我們也儘量朝此教學目標去作為評量標準而努力。

我們當然不希望我們的學生參加聯考時考不好，我們之所求在此地講究教學和評量的技術是希望使學生又能考得好，又能兼及教育目標的達成，只是這要如何去努力才是呢？

先談一談教學方面；我們知道一個「抽象」的概念，不容易學習，一堆「零散」的知識，不容易學習，留在我們腦中不忘的知識，都是有系統組織的、有相互牽引的網狀結構的概念，而這些概念之所以為我們所領悟，又皆是由我們具體的經驗為基礎所體會得到的。由這些自己親身學習過程的體驗，我們可立下幾個教學原則，①每教一個單元

時，務須掌握該單元的主要核心概念，教學時先讓學生掌握主要的概念，再使學生根據此主概念推展應用到有關的各方面去，這樣的學習才有重點。

例如談到浮力這個問題，整個實驗教學最後要證明的就是「浮力的大小，等於排開液體體積的液重」，也就是說要知道物體受多少浮力，可以由物體到底排開多少液體，被排開的這些液體重量有多少，浮力就有多大。詳細的論證，對於一個十二、三歲的孩子而言，或許太難（故不列入教材中），但是實際的操作經驗，使他們接受這一歸納的事實。教師在歸納的過程中，不要一開頭就去強調“實驗誤差”或其他枝節的事，第一步先讓學生領會了這一結論，並且，可以馬上在黑板出一些題目如「一塊木頭沒入水中的體積有5立方公分，它受的浮力有多大？」「一個銅球體積5立方公分，沉入杯底，它受的浮力有多大？」。經過這一強調性的練習，學生將體會到，不管是沉體、浮體、半浮半沉什麼情況，談到浮力的多少，先問沒入水中體積有多少就知道了。

一旦這一主概念接受了，再來討論發生在實驗過程中的種種誤差，顯然的，這些修正性的講述，只是要使事情弄得更完美而已，主屬之分是很明顯的。一般的教學通病就是教師太急性了，爲了要「節省時間」，在黑板上用推論法講解浮力的原理，或一下子出了許多各種狀況的浮力問題，或是在實驗教學中把主要的和次要的一併的提出來講，這就一下子把學生搞糊塗了，往後要再想把事情理清就更難了。

例如第六章把熱水和冷水混合的實驗，它的主題是「熱能守恒」，但是因爲誤差很大（10%左右是很平常的），在做歸納時，老師應「捨小異而就大同」，先得出「熱水失去的熱量」約等於「冷水獲得的熱量」，因此推斷，熱能在此混合的過程是守恒的。然後再討論何以有誤差，如何減少誤差等等枝節的問題。

總而言之，每次教學時，教學目標是什麼要掌握好，主要的，次要的要分清楚，而推衍的部份，可以設計情況簡單的問題給學生思考。真正要學的概念先理出來。要解任何問題也都以這幾個核心概念當出發點去想，才能收到以簡御繁的功效，也才能訓練學生的推理能力。

目前流行使用測驗卷，反覆的考和講解，真正用來建立概念的第一步教學所花的時間反而少，就如同一批訓練不良的兵，要他們由實際戰場裏去領悟戰技一樣，學習的功效很差。若是教師不急不火，看來慢慢地，可是，由於講解和練習的層次分明，難易漸進，學生學起來就輕鬆多了。

教學的技巧要藝術化，以大量的材料和時間投注，獲得好成績是不夠的，必需也講究效率才行，「良師」是要不斷歷練，不斷反省，不斷研究教材及教法才能做到的。

②其次，我們談到學習需要舊經驗為基礎這件事；學習有關物理、化學的知識，雖然部份現象也能在日常生活中遭遇到，但是「定量」的，仔細「觀察」和「推論」則是一種刻意安排的訓練，這些科學方法和科學現象，大半均非舊經驗所具有，所以實驗教學或模型展示，等等切實的經驗之提供，才能使學生確切的了解這些教材。

最後，其實應列入第一的，是「學習動機」的引起；我們知道學習是要有「動機」的，也要有「方向感」的，沒有動機或不知道正要學些什麼，或做這些為的是什麼，那麼做起來效率就差。任何學過教學法的教師都會知道，「引起動機，決定目的」是施行教學的第一步驟。

除了教學方法的講究之外，評量的練習也很重要，但是，練習什麼樣的題目呢？做什麼評量呢？則是今天我們要講述的：如何去做好評量工作。

評量的方法很多，舉凡課堂上問答、實驗報告、提出心得報告、小考、段考等等都是平時評量的方式，這類評量目的在診斷教學缺失，評鑑教學成果。另外如就業考試或升學考試，其目的在於選才，評定程度高低。前者像醫生對人的健康檢查，看看有什麼毛病，有了毛病就怎麼診治。後者則像選拔陸戰隊的戰士的體能測驗，目標和精神都不一樣，宜分別清楚。

以目前國中最常用的，或最關心的評量而言，粗略的分，可分成升學的聯考和平時考試如段考、測驗小考等。段考的目的在於診斷教學落失的環節。聯考的目的，在甄選合適的國中生以接受進一步的教育，它是一種總結性的成就評量，與一般的段考目的不一樣。唯有平常有健全的教與學，才能獲得持久而好的學習成就。基於這一種認識，我們要問：日常的評量工作宜如何進行，才能對教學有最大的裨益呢？

以下我們舉出一些原則來，作為討論的基礎：

(1) 評量要具有「合目的性」

評量的目的，在於了解教學目標的達成情形。我們的教學目標除了科學概念的獲得之外，對於如何歸納因而發現科學知識的過程與科學方法的習得均應並重，評量時亦宜同時注重。良好的評量不只是能使教師了解學生學習現況，並具有指導學生學習，指示出重要概念所在的指導功能。平常的評量如實驗報告、小考、段考、課堂問答等等，若能達成以上的功能，我們稱這種評量具有「合目的性」。

(2) 評量要講求信度和有效性

信度是「想要評量的」，正如所願的「評量到它」的程度。有效性是明確地表示出學生的程度出來的意思，例如選擇題若選目明顯的錯誤，則即使學生不懂得那一概念，

也可以用錯誤消去法得到正確的答案，或是題目太難，雖然對題目已有相當的了解，但是做錯了，結果和完全不懂的人一樣失敗，這類題目的「有效性」差。

信度和有效性是屬於評量的技術層面，表示出結果能否有效而忠實的呈現真象的程度。幾個應注意的原則列舉如下：

△評量注重基本概念的理解和應用，以及科學過程能力如觀察、整理研判資料、解釋現象等各項能力。

△題目涉及複合的幾個概念，可設計成題組型，以便發現真正的學習困難發生所在。

△題意明確，情境單純，以免引入諸如閱讀能力等其他因素。

△要以重要的概念命題，要以是否能適當運用該概念來作為判定懂得該概念的依據。

總而言之，技術性的問題只要用心去推求，自會心領神會。常見的毛病是題目太多、陳述條件不足、或缺乏評鑑能力等等。

(3) 要以「診斷」的觀點，以協助學生解決學習困難的角度去看待評量的結果

由於平時評量的目的在於診斷學習缺失，教師將以發現問題、解決問題的態度來看待「結果」，儘可能不要以批判優劣的所謂「好」「壞」學生的方式來看待「結果」。這是一種對教育的基本態度，教師的想法直接影響到學生的感受，雖然人之聰明才智各有不同，但是努力求好的心向是可以被培養和鼓勵而具有的。若我們一心一意在以設計的評量題目去發掘學生學習的困難，去協助學生，而不是去用來裁定其優劣，學生自然感受到他的努力有人在協助他，即使是挫敗，亦會有再努力的勇氣。我想這是在以升學為唯一教學目標的畸形教學風氣中，最容易被忽略的。把考試成績主要用來批判學生「好壞」「優劣」，是學校教學補習班化的最大通病。

最後，我們的建議：在教了這麼多年的書之後，每位科學教師應該有一套適合你教學的評量題目了吧？若還沒有，是否同校的老師們大家一齊來，匯聚參考書、歷屆聯考的題目、自己設計的題目...，從中篩選或修改出適用的好題目，每章每節的設計或蒐集一些健全的、不繁複的、不以多取勝的適量題目，供學生參考，而不是要學生漫無限制的去參考書的題目，尤其是一般參考書充斥如此多的謬誤和與教學目標不合的題目時。為了使學生能省下無謂的精力浪費，我們教師編輯評量時所付的辛勞必能得到報酬的，它將使我們的學生省下大半的時間，也避免錯誤觀念的植入。

原則上，我們贊成科學教師應有大量的參考書和題庫，但是，學生則應擁有由教師

精選過的，打字印刷精美，字跡明白乾淨的練習卷，學校應該支助這類教學活動。

教育是一種深具菩薩精神的工作，需具有智慧和慈悲心的人才能當得愉快的工作，雖然我們的升學競爭仍是如此的激烈，我們盡我們的能力做好我們所能做的，也就心安理得了。

II. 平時評量舉例

在這次「研討會」中，我們提供了一兩則平時評量的建議，大家試着採行看看，或變通地採用。「隨堂測驗」適用於一個小單元教學完成時施用，其目的在於做總結性的結語，標出單元教學的核心概念，以協助學生把握重點。「回家作業」以三到四題左右為度，將當日教學的主要概念，作初步的，情境單一的簡單應用，其目的要使學生利用當日所學的概念，作簡易的運用，（切忌夾雜兩個概念以上，或設計轉折的情境），使學生只要知道當天學的是什麼，就會答得出來的難易度，第二天由班長繳收，下次上課時共同訂正及討論錯誤（可視實際情況酌情辦理）。

最後，則是每章的總練習，可利用課本後習題，或自行設計的題目，摘其精要的，約十題以下為度，繳後發還時附詳答（可先印好）或共同討論之。

這項建議，很可能不是最好的，但至少有几項優點：

- (1) 每位教師擁有一套適合自己的評量題目。
- (2) 印刷（或打字）精美，比目前油印的試卷不傷眼力。
- (3) 題目精選後，數量大量減少，且避免重複，謬誤，超出程度等弊病。
- (4) 「隨堂」及「回家」之評量，簡單地指引出學習重點，題目又平易，可發揮引導和鼓勵學習的作用。

【隨堂練習】

〔例 1〕 題目：實際操作長度度量，第 2.1 節「測量的意義」

「取筆蓋之長為單位，度量你的桌面寬度，並記錄下來」。

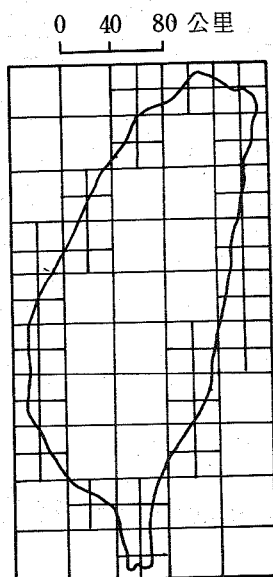
評量：等到同學都記錄好了，與鄰座同學交換答案，老師提出①有無書寫單位？②測量數字準確及估計值書寫有無完備？（例如 20.3「筆蓋長」）。

可想而知的，一定很多人漏掉單位的書寫，或不曉得如何估計那 0.3 的部份，經過簡短的討論，再出一個類似的小題，相信這一次就全會了。前後費時不超過四分鐘，但其中有親身的體驗，印象深刻。

〔例 2〕 剛上完「面積的測量」，分發以下題目：

- (1) 「把大方格四分成小方格」，估計臺灣的面積約有幾個小方格？
- (2) 一個小方格代表面積是多少平方公里？
- (3) 臺灣約多少平方公里？

評量：估計的方法很多，所以答案也不一致。例如①以目視法判斷，小方格內佔一半以



(圖一)

上的當一格，一半以下的略去，②再細分，③用目視法估計拼湊零碎部份成小塊的方格數，④其他合理的辦法。

估計法的精神，在於會運用合理的方法估計，故容許誤差的存在，這是討論答案時應注意的。

3.3 水的壓力和浮力

1. 主概念：「同一深度的A、B兩處之水的壓力大小相等。」

延伸的概念：液體由壓力大的地方往壓力小的地方流動。

靜止液面必與地球引力方向垂直。

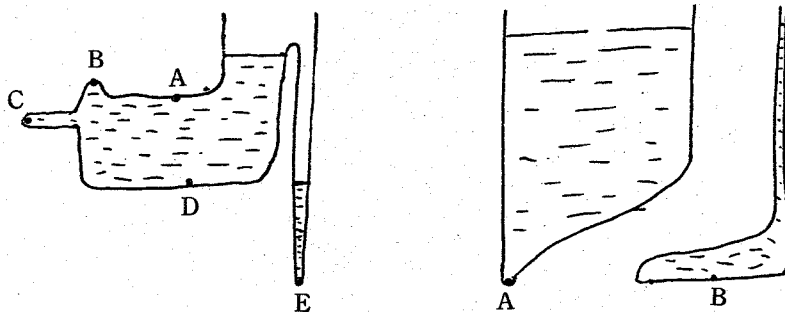
壓力的方向垂直於容器壁。

隨堂測驗先不去理會延伸的概念，只測主概念，測後討論錯誤的原因（切記：不僅在判定學生對錯，主要的是在探討其想法）。

[例1] 如圖的容器，何處所受水的壓力最大，依大小順序排出
 () > () > () > () > ()

[例2] A、B兩處，論水的深度則相等，但容器形狀不同，比較A、B所受的水壓力

- ① $P_A > P_B$ 。



② $P_A < P_B$ 。

③ $P_A = P_B$ 。

2. 主概念：「物體所受的浮力＝排開的液體體積之液重」

基本概念：會測物體體積。

會由體積和密度求質量。

會由質量求所受的重力（重量）。

延伸的概念：密度大於液體密度，則物體下沈。

密度小於液體密度，則半沈，所受的浮力等於沒入水中體積的液重。

[例 1] 一物體沒入水中的體積有 60 立方公分，它受到的浮力_____公克重。

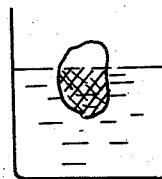
[例 2] 一鋼球 80 公克重，10 立方公分，一玻璃珠 26 公克重，10 立方公分。投入水中，鋼球受的浮力_____公克重，玻璃珠受的浮力_____公克重。

[例 3] 一塊木頭 50 公克重，投入水中浮出水面一部份

① 木頭受到浮力_____公克重。

② 50 公克重的水，體積是_____立方公分。

③ 沒入水中木頭的體積_____立方公分。



其中例 1 最適合，例 3 可當成回家作業。

總而言之，教學上，先掌握每一單元的主概念，先讓學生體會。第二步，再由此主概念推理應用到各種特殊情況。

Ⅲ. 段考評量題目的講求與改進

※設計評量題目應符合以下原則：

1. 符合教學目標。
2. 能把握主要概念。
3. 配合學生程度。
4. 能導引正確的學習。
5. 能診斷學習的偏失。

※一般題目常見的缺失：

1. 偏離教學目標。
2. 超出學生程度及教材範圍。
3. 流於瑣碎片斷知識的考核。
4. 未能有效考出對概念的理解。
5. 題目條件不足。
6. 題意不明確。
7. 題目冗長，情境複雜。
8. 設計的條件或情境不合理。
9. 題目設計缺乏深淺層次。
10. 題材重複出現。
11. 題數太多。
12. 題目錯誤。

※原題目：

(1) 溫度相同的甲乙兩物，密度比為 2 : 1，比熱比 2 : 3，令分別給予相同熱量
 (a)體積相等時，上升溫度比 1 : 3 (b)體積相等時，上升溫度比為 3 : 4 (c)質量相等時，溫度變化比為 2 : 3 (d)質量相等時，溫度變化比為 3 : 2，正確者 ① ac ② bd ③ ac ④ bd。

(2) 已知使某物質 M 克，由 T_0 升高至 T 所需的熱量為 H 卡，則該物質的比熱為
 ① $\frac{M}{H(T_0 - T)}$ ② $\frac{H}{M(T_0 - T)}$ ③ $\frac{H(T_0 - T)}{M}$ ④ $M \cdot H \cdot (T_0 - T)$ 。

(3) 以同樣多熱量加於 10 克銅與 20 克鐵，則前者溫度增高為後者之 ①兩倍

②二分之一 ③相同 ④無法比較。

• 缺點：

套公式，情境複雜。

• 建議改成：

將 50 克的鐵塊， 20°C 的初溫，投入 100°C 的沸水中，鐵的比熱 $0.11 \text{ 卡/克}^{\circ}\text{C}$ ，問數分鐘後，鐵塊吸收多少熱量？

※原題目

- (1) 僅狀態改變而_____不變的變化，例如水的三態，稱為物理變化。
- (2) 物質的_____及_____皆已改變，產生了新物質的變化，稱為化學變化。
- (3) 整個自然界可以說是_____和_____的世界。
- (4) $1 \text{ km} = \underline{\hspace{1cm}} \text{ m} = \underline{\hspace{1cm}} \text{ cm} = \underline{\hspace{1cm}} \text{ mm}$ 。
- (5) 物體的質量對體積的比值，稱為物體的_____即 $D = M/V$ 。

• 缺點：

這是由同一份試卷摘出來的題目：

1. 題(1)(2)(3)的填充令人困惑，有導致「死記」的不良副作用，宜避免。
2. 題(1)(2)(3)(4)皆非主要概念。
3. 這類型的測驗是不能有效診斷學習成果的。

• 建議改成：

- (1) 冰熔解成水，水冷凍結成冰，像這樣存在的狀態不同，但組成的分子維持一樣的變化現象，稱為（物理、化學）變化。
- (2) 碳在空中燃燒，與氧化合成二氧化碳氣體，這種前後的組成分子不一樣的變化現象，稱為（物理、化學）變化。
- (3) 一塊木頭體積 100 立方公分 ，有 60 公克重 ，這塊木頭的密度是 _____ 克/cm^3 。

※原題目

- (1) 0.04 m^2 的正方形布塊，可剪成 4 cm^2 的方形小布塊多少塊？ ① 100
② 1 ③ 10 ④ 1000。
- (2) 某生將某種膠，塗於正方體的表面，若把膠改塗在邊長為 2 倍的正方體表面，則其膠的厚度為原來的 ① $\frac{1}{2}$ ② $\frac{1}{4}$ ③ $\frac{1}{8}$ ④ $\frac{1}{16}$ 倍。

(3) 有大小兩個量筒，底面積直徑的比是 3:2，將一定體積的水倒入大筒時，水面上升 8 公分，如果倒入小筒中，則水面上升多少公分？ ① 18 cm ② $\frac{16}{3}$ cm

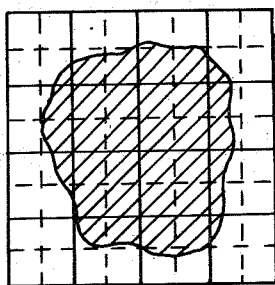
③ $\frac{32}{9}$ cm ④ 12 cm。

●缺點：

這類型的問題，都停留在數學的計算上，稍加修改，如經由測量的過程去測試其應用的能力，將成好的題目。

●建議改成：

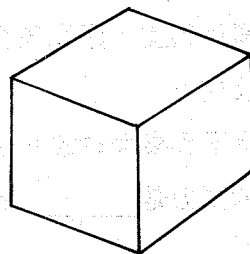
(1) 用大方格去估計斜線部份的面積約 _____ cm^2 ，用小方格去估計面積約 _____ cm^2 ，那一種比較準確？（大、小方格）。



1 平方公分



0.25 平方公分



(2) 在化學反應時，常常爲了增加接觸面積，將反應物磨細。若有一方塊，邊長 2 公分，它的表面積是 _____ 平方公分，若切成邊長 1 公分的八塊方塊，總共的表面積是 _____ 平方公分。

(3) 有一量筒，把 12 立方公分的鋁塊放入量筒，則水面上升 2 公分，量筒的截面積爲 _____ 平方公分。

※原題目

(1) 甲液（密度 1.5 g/cm^3 ）和乙液（密度 2 g/cm^3 ）均勻混合後，體積 500 cm^3 混合液密度爲 1.8 g/cm^3 ，試求①甲、乙二液原來各有多少體積？②質量各有多少克？

(2) 有甲（密度 0.8 g/cm^3 ）、乙（密度 1.2 g/cm^3 ）和丙（密度 1.5 g/cm^3 ）三種液體，依 5:3:2 的體積比混合，求混合液的密度若干？

●缺點：

(1) 這純粹是數學問題。

(2) 物質混合後，密度不一定照比值的數值。

化簡，並以物理概念命題。

●建議改成：

一車床由鐵鑄成 400 公斤重，鐵的密度 8 克/立方公分，算一下使用_____立方公分的鐵材料。

不過，即使如此，這還不是一個好題目。

※原題目：

(1) 何謂壓力？

(2) 何謂亞基米得原理？

(3) 力分為那兩大類？

●缺點：

這是同類的考法，題(1)缺乏診斷力宜改由實況的研判學生了解的情形，題(2)另設計浮力題目為宜，題(3)題目不當。

●建議改成：

一張桌子和桌面的書共 40 公斤重，四支腳的總截面積 100 平方公分，則地板承受桌子的壓力是_____。

※原題目：

(1) 某人登山，測得山頂上的大氣壓力為 440 mmHg，若當時海面上的大氣壓力為 760 mmHg，則此山高度為 ① 2000 公尺 ② 3000 公尺 ③ 4000 公尺 ④ 5000 公尺。

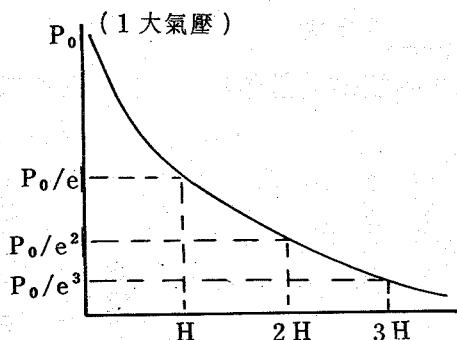
(2) 某人登上 3000 公尺的山頂上，當地的大氣壓力應為 ① 48 cm-Hg ② 50 cm-Hg ③ 52 cm-Hg ④ 54 cm-Hg (若當時海平面的大氣壓力為 74 cm-Hg)。

●缺點：

題目設計源自第一冊 79 頁，大氣壓力每高度增 100 公尺，約減少 0.8 公分高水銀柱壓力。

不過這類的估計有它的局限性，宜注意。正確的值 $P = P_0 e^{-mgh/kT}$ (其中 m 為分子質量， T 為絕對溫度， k 為波茲曼常數， g 為重力加速度， h 為高度， P_0 為海平面上大氣壓力)。若假設溫度與 g 值均不改變，則 $P_0 \approx P_0 e^{-h/H}$ ，其中 $H = kT/mg \approx 7.99 \times 10^3$ 公尺 ($T = 273\text{K}$ 即 0°C 時溫度)。

書本上的敘述，適用於①等溫② g 值變化可略③高度 $h \ll H$ ，可作直性近似估計的



情形，則 $P = P_0(1 - h/H)$ 或 $(P - P_0) \approx P_0 \cdot \frac{h}{H}$

即 100 公尺高度的情形 $76 \times \frac{100}{7.99 \times 10^3} \approx 0.8$ 公分

在此題目時，外延的應用一句話，往往產生謬誤的結果。

※原題目：

如右圖，各點壓力為何

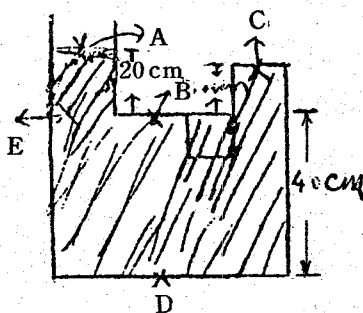
A : _____

B : _____

C : _____

D : _____

E : _____



●缺點：

- (1) 命題草率，印刷也差，宜改用打字或工整書寫，以示鄭重。
- (2) 題目不週全，不知所云。

※原題目：

底面積 200 cm^2 ，高 30 cm 的量筒內裝水 25 cm 深，投入體積為 1500 cm^3 的木塊後，溢出 300 cm^3 的水，且木塊浮於水面，則木塊露出水面 _____ cm^3 。

●缺點：

- (1) 要評量什麼概念要把主題弄清楚，不必要的複雜情境應儘量避免。
- (2) 這個量筒太大了，很像賣冰水的玻璃缸。
- (3) 除了加減體積之外，也沒有考到什麼物理概念。

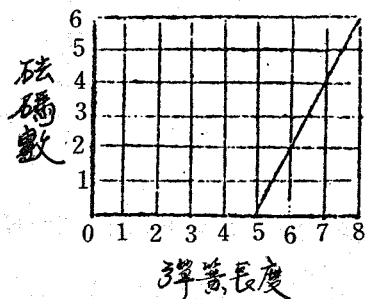
●建議改成：

一木塊體積 12 cm^3 ，投入量筒後，水位上昇，測得侵入水中的體積是 8 cm^3 。

- (1) 木塊受到的浮力 _____ 公克重。
- (2) 木塊靜浮在液面，可知木塊的重量應 [①等於 ②大於 ③小於] 浮力的大小。

※原題目：

- (1) 彈簧原長 _____ cm。
- (2) 每增加一個砝碼伸長 _____ cm。
- (3) 增加 4 個砝碼伸長 _____ cm。
- (4) 是否可確定砝碼數是 8 時，伸長量是 4。



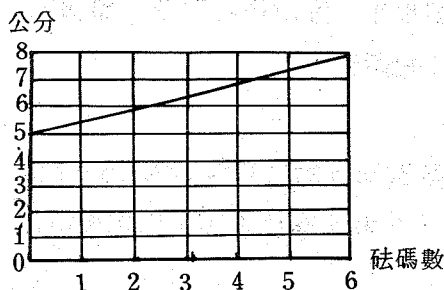
●缺點：

- (1) 出題草率，印刷也不好，宜打字以鄭重態度處理。
- (2) 彈簧懸掛砝碼，因而伸長，習慣上橫、縱座標應換位。

●建議改成：

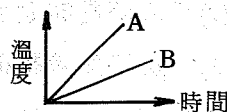
下方格圖所示為實驗資料，彈簧懸掛的重量以「一砝碼」當重量單位。在未懸砝碼時，彈簧 5 公分長。

- (1) 當懸掛 4 個砝碼時，彈簧長度 _____ 公分。
- (2) 這時，彈簧伸長了 _____ 公分。
- (3) 在懸掛到 6 個時，顯示懸掛的重量和彈簧伸長的量之間有（正比，反比）關係。
- (4) 有的同學認為「懸掛的重量」和「彈簧的長度」亦呈正比關係，你認為對嗎？說明理由。



※原題目：

以同一熱源加熱 A、B 兩物體得加熱時間與溫度關係曲線如右圖，則兩物體比熱 ① $A > B$ ② $A = B$ ③ $A < B$



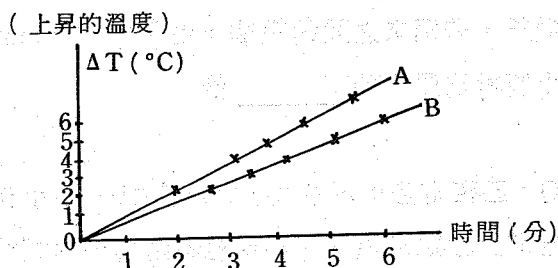
④ 以上①②③均有可能。

• 缺點：

- (1) 條件不足，未提供質量資料。
- (2) 看似實驗資料的研判，其實不然，僅係一種數學函數的認定。
- (3) 即使加上質量的資料，這樣考也太難了。

• 建議改成：

A、B 為各 20 克的液體，置於熱水池中溫熱，設兩液體每分鐘吸的熱量一樣，結果發現上昇的溫度呈下圖關係：



(1) A 物體在 5 分鐘後，上昇 _____ °C。

(2) A、B 吸入的熱量相同，但 A 比 B 上昇得快，表示兩物體的比熱 ① A > B

② A = B ③ A < B。

※原題目：

實驗中那一組元素能浮在水面上 ① Cu • Pb ② Al • Fe ③ Na • K ④ Mg • Li。

• 缺點：

本題用「元素」來討論浮力的問題是錯誤的。「元素」不能用來代表「物體」。同一種元素可以造成許多形狀不同的「物體」，因此也就有不同的密度。

※原題目：

皮膚科醫生常勸患者，平時勿著尼龍內衣，主要是因 ① 尼龍衣質地差 ② 尼龍衣易產生靜電力 ③ 尼龍衣易著火 ④ 尼龍衣便宜。

• 缺點：

此題與物理概念無關，不應該出這種題目。

※原題目：

庫倫在研究兩帶電體間的靜電力時，發現兩帶電體間的作用力為 ① 和兩帶電體的

距離無關，和所帶電量成正比 ②和兩帶電體的距離成反比，和所帶電量成正比 ③和兩帶電體的距離成正比，和兩帶電體的帶電量成反比 ④和兩帶電體間的距離的平方成反比，和兩帶電體電量的乘積成正比。

●缺點：

- (1) 本題易誤導學生對庫倫定律的了解。庫倫定律所敘述有關作用力的數量性質，係專指兩個點電荷（或者說很小的電荷）之間的靜電力而言。此定律並不能泛用到一般的帶電體上。
- (2) 本題偏於文字上的記憶，宜避免。

●建議改成：

兩個同帶正電的粒子，若兩者之間的距離，由原來的 9 cm，縮短為 1 cm，則兩者之間的靜電力大小將增為原來的 _____ 倍。

※原題目：

甲帶電體電量為 Q ，乙帶電體的電量為 $+2Q$ ，今把一些小保利龍球分別放在兩帶電體附近。（甲、乙兩帶電體相距甚遠）在兩帶電體附近的保利龍球會排成 _____ 狀。沿這些小球所連接的線稱為 _____ 線。

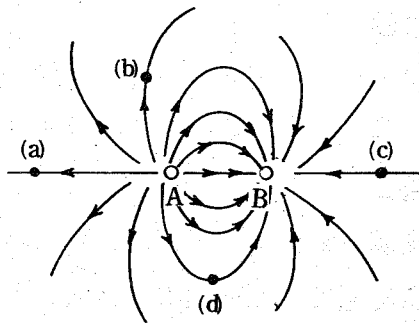
●缺點：

- (1) 題中假設甲、乙兩帶電體相距甚遠，也就是相當於兩個孤立的帶電體。若是僅要求答覆帶電體附近的電場形狀，則沒有必要在題中提出兩個帶電體。
- (2) 題中沒有指出帶電體的形狀，因此第一個空格無法作答。

●建議改成：

右圖所示為兩個電荷 A 和 B 所構成的電場形狀，請回答下列問題：

- (1) 根據電場的方向，A 和 B 兩電荷各屬於何種電性（正電或負電）？
- (2) 如果將一個很小的正電荷，分別放在圖上的(a)、(b)、(c)和(d)四個不同的位置，則在各個位置上，該電荷所受電力的方向為何（向左，向右，向下或向上？）



※原題目：

現欲將電池二個，相同電阻器二個及燈泡一個（電阻大小與電阻器相同）相連接。

如何聯接方可使燈泡最亮？繪出其電路圖。（設燈泡不會燒毀的情形下）

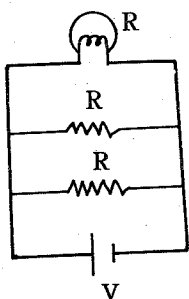
•缺點：

段考題目應力求簡單明瞭，本題嫌繁雜，不能明顯凸出歐姆定律的應用。

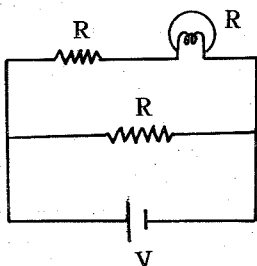
•建議改成：

在下列三種電路中，燈泡的電阻和其他兩個電阻的大小相等，又電池的電壓都相同

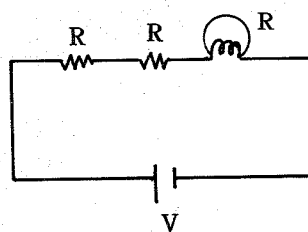
。指出那一種接法可使燈泡最亮？



(A)



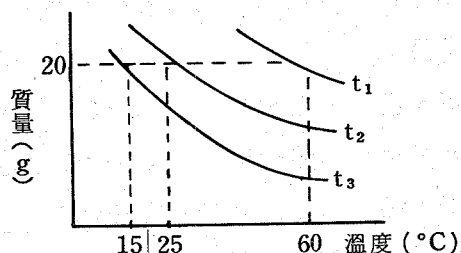
(B)



(C)

※原題目：

以同一供熱均勻之熱源加熱於水，所得質量和溫度變化關係如圖。由圖知加熱時間 t_1 、 t_2 、 t_3 大小順序為 _____，若 $t_3 = 60$ 秒，則 $t_2 =$ _____ 秒， $t_1 =$ _____ 秒。



•缺點：

此圖係由多個溫度-時間圖所繪成，情況複雜，超出國中學生程度。有關熱源加熱之熱量、溫度變化等之數據解釋，建議仍以 T (溫度) - t (時間) 圖為範圍。

※原題目：

同溫度 A 、 B 兩物體，密度比為 $1:2$ ，比熱比為 $3:2$ ，分別給予 $2:1$ 之熱量。

(1) 若 A 、 B 體積相等，則二者上升溫度之比為 $A:B =$ _____。

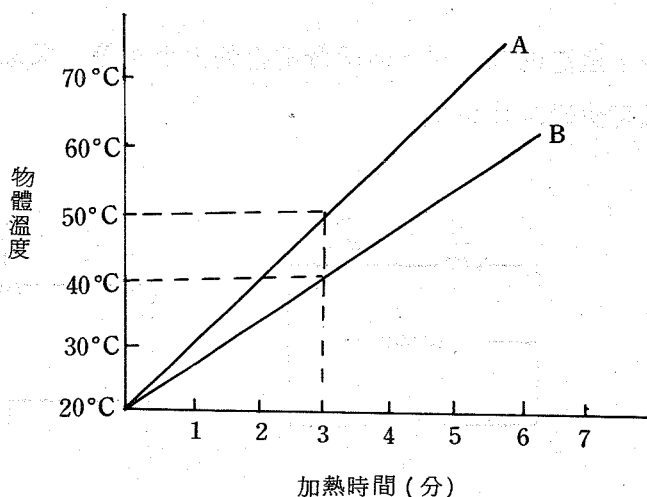
(2) 若 A 、 B 質量相等，則上升溫度之比為 $A:B =$ _____。

•缺點：

太多比例關係使學生昏頭轉向，過分強調數學的變化，反而無法診斷學生物理概念是否正確。

●建議改成：

質量相同的 A、B 兩物體，以完全相同的熱源加熱，測得溫度與時間關係如下圖：



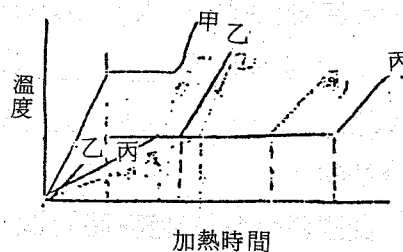
- (1) 加熱 3 分鐘後，A 與 B 溫度之比為 (A : B) _____。
- (2) A、B 兩物體比熱之比 (A : B) 為 _____。

※原題目：

甲、乙、丙三種晶體用同一穩定熱源加熱，其溫度與加熱時間變化如右圖，如圖推知

- (1) 那二個晶體為相同之晶體？_____。
- (2) 乙、丙何者質量較大？_____。
- (3) 在固態時，可斷定甲較乙小者為

①比熱 ②質量 ③比熱/質量 ④比熱×質量。



●缺點：

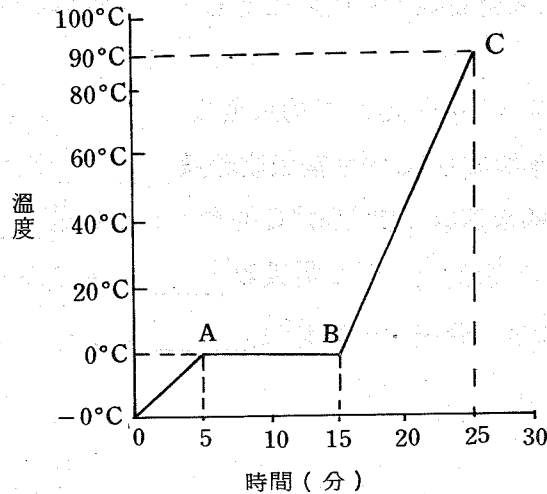
晶體一詞，國中理化並未介紹，同一 T-t 圖內含有數種不同物質的相位變化圖，很容易使學生迷惑，建議以單一物質的相位轉變為範圍。

●建議改成：

質量 10 公克之某物體，以每分鐘供給 50 卡/分之熱源供給熱量，經測得溫度 - 時間關係圖如下。

- (1) 若熱源全部被該物體供給之熱吸收，則 AB 段該物體共吸收 _____ 卡之熱。

- (2) 若 AB 段為該物體從固體轉變成液體的過渡期，則該物體的熔化熱為 _____ 卡/公克。
- (3) 液化後的比熱為 _____ 卡/公克-度。



※原題目：

- (1) 甲液 (密度 1.5 g/cm^3) 和乙液 (密度 2 g/cm^3) 均勻混合後體積 500 cm^3 ，混合液密度為 1.8 g/cm^3 ，試求①甲、乙二液原來各有多少體積？②質量各有多少克？
- (2) 有甲 (密度 0.8 g/cm^3)、乙 (密度 1.2 g/cm^3) 和丙 (密度 1.5 g/cm^3) 三種液體，依 5 : 3 : 2 的體積比混合，求混合液的密度若干？

●缺點：

混合液求密度，對密度為物質重要表徵之概念不但無幫助，反而有害，以前曾數度討論過，但此類問題仍多見於段考試題上，請多位老師以後儘量避免此類問題。

※原題目：

每單位面積所受之力稱為 _____。

●缺點：

此乃純記憶性之考法，學生雖能回答，不見得真正了解壓力的物理意義。

●建議改成：

底面積為 0.05 平方公尺的金屬塊，經稱得質量為 2 公斤，當其平置於桌面時，接觸處所受之壓力為 _____ 公斤重/平方公尺。

※原題目：

在 40 g ， 0°C 之冰中通入 10 g ， 100°C 的水蒸氣，若無其他的熱進出，求最後的平衡溫度為若干 $^{\circ}\text{C}$ ？

• 缺點：

從冰到水蒸氣，情況未免複雜，宜成題組型態，一步步導引。

• 建議改成：

40 g ， 0°C 的冰通入 10 g ， 100°C 的水蒸氣。

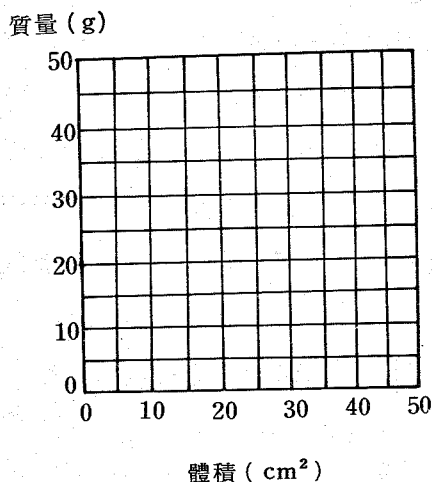
- (1) 40 g ， 0°C 的冰變成 0°C 的水需吸收熱量 _____ 卡。
- (2) 10 g ， 100°C 的水蒸氣變成 100°C 的水，放出熱量 _____ 卡。
- (3) 40 g 的 0°C 水升高溫度至 $T^{\circ}\text{C}$ 需吸收 _____ 卡之熱。
- (4) 若無其他熱的進出，最後水的溫度為 _____ $^{\circ}\text{C}$ 。

IV. 段考或期考優良試題舉例

1. 有五個質料均勻的固體，A、B、C、D和E，它們的質量和體積分別如下表所列：

固 體	A	B	C	D	E
質量 (g)	40	25	20	12.5	12.5
體積 (cm ³)	20	20	40	25	10

- (1) 在下面的質量對體積的坐標圖上，標出上表中各實驗數據的位置。

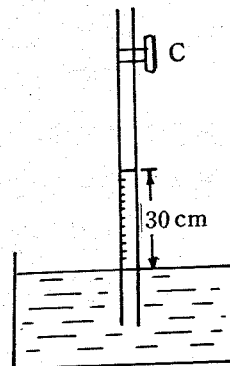


- (2) 按照密度的大小分類，這五個固體可以分成幾類？每一類各包含那些固體，密度是多少？

- (3) 這五個固體中，那幾個可以浮在水面上？

註：本題主要測驗學生有關把數據轉換成圖線以及分類的的能力。

2. 如右圖，有一附有開關C的長玻璃管，垂直地插入水槽中。現將C打開，將玻璃管內的氣體吸出一部份後，再將C封閉。結果管內的水面位置升高30公分，問：（設當時的大氣壓力為76 cmHg，水銀密度為13.6 g/cm³）



- (1) 玻璃管內水面上方的氣體壓力是多少？
- (2) 把開關C再度打開後，玻管裏面和外面的水面位置將相差多少公分？

註：本題兼考學生對靜液壓力、大氣壓力、以及密閉容器內氣體壓力的綜合了解。

3. 現有一小袋純銅的顆粒，試舉出兩種不同的方法，可以準確地測量銅粒所佔的總體積。

註：本題旨在測驗學生對排水求體積法或由密度求體積的應用能力。

4. 有一物體若放在 10°C 的冷水中，則會沈入水中，但若放在 60°C 的熱水中，則會浮在水面上。（經觀察，此物體並沒有任何質量上的損失。）從這一現象中，我們可以得到什麼結論？在下列各敘述中，正確的打「○」，錯誤的打「×」（水的密度變化極少可忽略）：

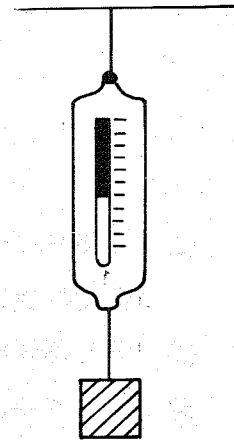
- () (1) 此物體在 10°C 時的質量，較在 60°C 時為大。
- () (2) 此物體在 10°C 時的體積，較在 60°C 時為大。
- () (3) 此物體在 10°C 時的密度，較在 60°C 時為大。
- () (4) 此物體在 10°C 時所受的浮力，較在 60°C 時為大。

註：本題為一是非題組，就「診斷」學生的學習成就而言，應較選擇題為佳，值得參考採用。

5. 某生做浮力實驗，他以一細線繫一金屬塊，懸掛在一彈簧秤的下端，如右圖所示。當在空氣中稱重時，彈簧秤上的指示為80克重。而當把金屬塊完全沈入水中時，秤上的指示為70克重。回答下列問題：

- (1) 金屬塊的體積是多少？
- (2) 金屬塊的密度是多少？

註：有關浮力的計算題，在國中階段，請勿超越此題的程度。

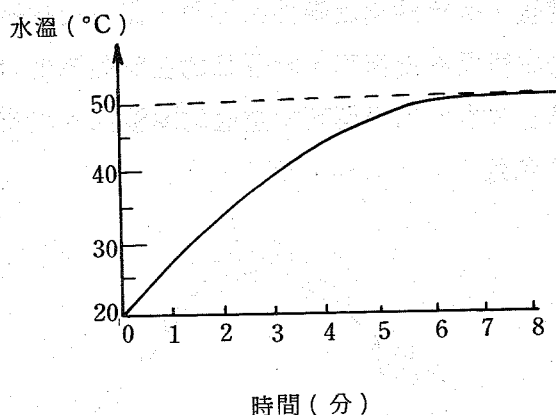


6. 某生為測知蠟燭火焰的溫度。他做了下述的實驗：

他先準備一小塊鋁塊，放在燭火上加熱一段相當長的時間，然後迅速投入一裝有水的燒杯中，並測量水溫對時間的關係曲線。下列是有關的實驗數據：

- (a) 鋁塊質量：39.5 克。
- (b) 水體積：100 c.c。
- (c) 水初溫： 20°C 。

(d) 水溫對時間的關係曲線，如下圖所示。

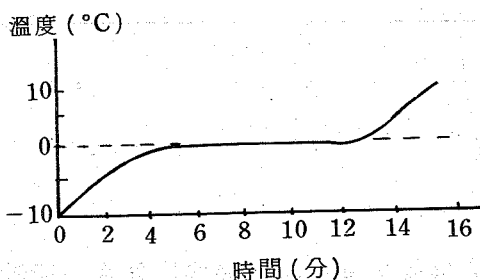


已知鋁的比熱為 $0.217 \text{ 卡/克} \cdot \text{度}$ ，回答下列各問題：

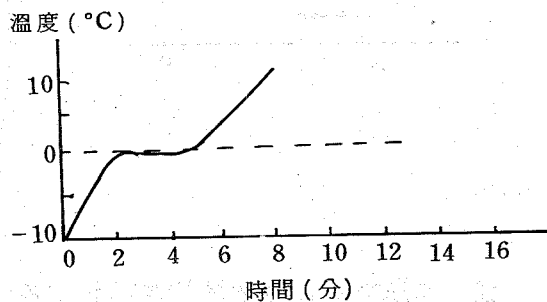
- (1) 鋁塊投入水中後，所放出的熱量，以何種方式傳播？
- (2) 鋁塊和水達成熱平衡時的溫度是多少？
- (3) 設燭火的溫度為 $x^{\circ}\text{C}$ ，則鋁塊放出多少熱量？
- (4) 燒杯內的水吸收了多少熱量？（假設不計其他熱量的損失，例如燒杯本身所吸收的熱量等。）
- (5) 燭火的溫度是多少？

註：此題係針對實驗過程命題，(1)和(2)兩小題先做物理上的了解，(3)和(4)則擔任引導解題的功用。(5)為最後欲求解的問題。

7. 有甲、乙兩組學生做「冰的熔化」實驗，他們相同質量的碎冰塊，放入同樣大小的燒杯，並且浸入冷劑的時間也相同，但是所測得的溫度對時間的關係曲線，分別如圖甲和圖乙所示。



圖甲

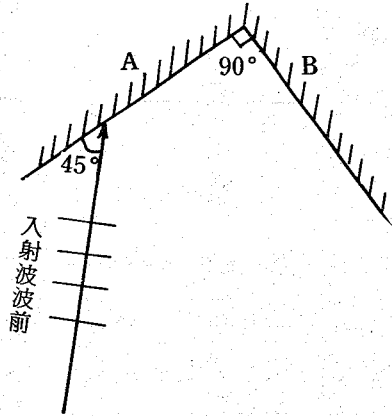


圖乙

這兩圖中，不同的地方在那裏？可能的原因為何？

註：此題的兩組實驗，所給的起始條件都相同，但在實驗過程中，由於加熱速率的差異，而造成結果不盡相同。此題目的在測驗學生對實驗過程的了解程度。

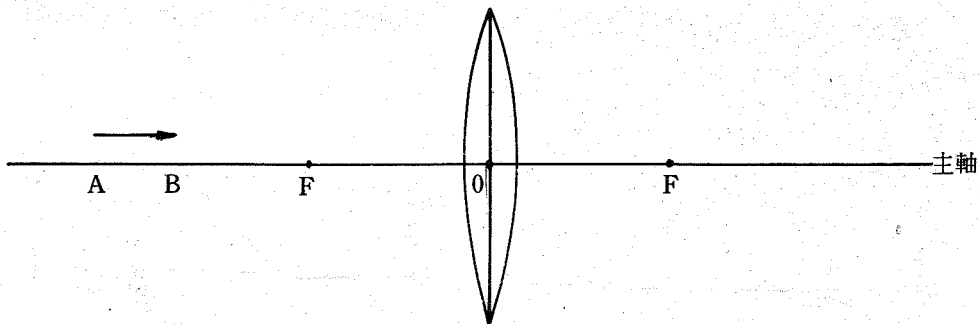
8. 如下圖，A、B為水波槽內的兩個互相垂直的障礙面。現有一入射波（如圖示）以與A面夾成 45° 角的方向，入射A面。



- (1) 試在圖上繪出可能的反射路徑？
- (2) 在波反射的前後，兩相鄰波前之間的間隔，會不會改變？為什麼？

註：此題利用作圖方式，直接測驗學生對水波反射定律的了解程度，應較單用文字敘述為佳。

9. 在下圖中，試應用作圖法，求出箭矢AB經凸透鏡折射後的成像位置。



註：本題故意將實物橫放在透鏡主軸，考驗學生是否能變通應用課本上所教的作圖法。

10. (1) 如何使驗電器內的兩鋁箔，因帶有負電而張開？

(2) 如果驗電器的鋁箔已經帶有負電而張開，則當一帶有正電的帶電體靠近驗電器時，兩鋁箔之間張開的角度會有什麼變化？

(3) 現有一帶電體，不知道之所帶的電荷是正電還是負電，試問應如何判斷？

註：本題為一典型的引導型試題。(1)和(2)兩小題做為引導用，(3)小題則為欲測驗的主題。

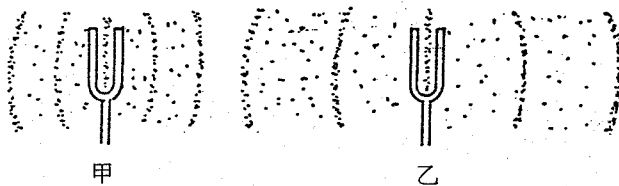
V. 診斷評量與甄選評量之比較

升學考試是一種甄選為目的的評量，命題不超出教材是原則，主要的目的在選拔適合的學生。另一方面由於自然科總分140分，其中物理35分，化學35分，這35分的題目要能夠：

- (1) 具有鑑別程度好壞的功能。
- (2) 對全部教材的主要科學概念考核。
- (3) 要能表現出課程目標「訓練科學過程能力與科學方法」的特性。
- (4) 引導正確的學習方向。
- (5) 要使考生有合理的作答思考時間。

因此，和一般診斷為目的的平時評量是不相同的，以下舉例說明之：

[例一] 連續振動的甲、乙兩音叉，使周圍的空氣分子形成疏密相間的連續波形如圖。則甲、乙兩音叉何者頻率較高？



● 討論：原為76年臺灣省職校聯招試題。評量的主要概念為：

- (1) 聲速與頻率、波長無關。
- (2) 波速 = 頻率 × 波長。

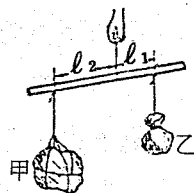
依此二概念，可判斷甲的頻率高。

● 改用於診斷評量：

- (1) 甲、乙兩音叉發出的聲波，何者波長較長_____。
- (2) 兩聲音在空中傳播速度 ①甲音 > 乙音 ②甲音 = 乙音 ③甲音 < 乙音。
- (3) 甲、乙兩音叉何者頻率較高_____。

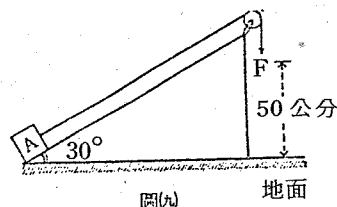
這樣設計，一方面具有引導學習的目的，另一方面由(1)(2)(3)錯誤之處可診斷出那一概念沒有學通。

- [例二] 一線懸掛在均勻木桿中心點，以手上提，桿下端懸掛甲、乙兩物體，距離 $l_2 > l_1$ ，桿及物體如圖示靜止不動，則下列敘述何者正確？ ①圖中所示狀況，不在平衡狀態 ②甲物體比乙物體重 ③分別於甲、乙之下同時附加等重的物體，則可使桿轉動 ④上提的施力再增加，木桿將會開始轉動。



- 討論：原為 76 年臺灣省及高雄聯招試題，評量的主要概念為靜力平衡，選目包括第十二章全部有關的概念。
- 改用於診斷評量：
 - (1) 當桿及物體呈靜止不動時，呈（平衡、不平衡）狀態。
 - (2) 當 $l_2 > l_1$ ，要使懸掛物體呈轉動平衡，則甲物重 $W_{\text{甲}}$ 和乙物重 $W_{\text{乙}}$ ，應有何關係 ① $l_2 \cdot W_{\text{甲}} = l_1 \cdot W_{\text{乙}}$ ② $l_2 \cdot W_{\text{甲}} > l_1 \cdot W_{\text{乙}}$ ③ $l_2 \cdot W_{\text{甲}} < l_1 \cdot W_{\text{乙}}$ ④ $l_2 \cdot W_{\text{乙}} = l_1 \cdot W_{\text{甲}}$ 。
 - (3) 一橫桿呈下圖，若要平衡，甲應懸掛_____公克重。
 - (4) 承上題，若已達平衡了，在乙處附加 2 公克物體，則於甲處應附加_____公克，才能恢復平衡。
 - (5) 如上圖，懸掛 60 公克及 20 公克後平衡，則 l_2/l_1 比值為_____，上題之力 F 為_____（若桿子重量可略）。
 - (6) 承上題，增加上提之力 F ，（會，不會）破壞轉動平衡。

- [例三] 如圖，質量 16 公斤的物體 A，以細繩連接跨過斜面上的定滑輪，用 10 公斤重的力 F 等速向下拉 50 公分，不計滑輪摩擦，問斜面摩擦力在此期間對 A 物體作功焦耳。



- 討論：原為 76 年臺北市聯招試題，評量的主要概念為：
 - (1) 移動平衡。
 - (2) 功與能。
- 改用於診斷評量：

- (1) 滑輪摩擦不計，則以 10 公斤重之 F 力下拉時，繩子拉 A 之力 T 爲

① 等於 F ② 大於 F ③ 小於 F 。

- (2) 繩子以 T 力拉 A 物體，等速度斜上，表示 A 物體受到斜面摩擦力 f 爲

① $f > T$ ② $f < T$ ③ $f = T$ ④ 不一定。

- (3) 10 公斤重的力，以牛頓爲單位則爲 _____ 牛頓。

- (4) F 物體一共作功 _____ (要註明單位才給分)。

- (5) 摩擦力在 A 物體上滑過程對它作功 _____。

- (6) A 物體上，滑距離 _____ 公分。

