

1990年度日本各大學 入學考試物理試題及其解答

蘇賢錫

國立臺灣師範大學物理系

本試題為日本大學入學考試中心採用新制考試的第一年，全國公立大專統一考試於本(79)年1月13日舉行的試題及其解答。由第三屆中日科學教育研討會日方主持人寺田文行教授所提供。

第1題 在傾角為 45° 的斜面上，將彈簧常數為 k 的輕質彈簧之上端固定起來，如圖1所示。在彈簧下端附上質量 m 的小物體，輕輕置於斜面上。設斜面與小物體之間的靜摩擦係數為 μ ，動摩擦係數為 μ' ，且 $\mu' < \mu < 1$ 。另設重力加速度的大小為 g 。

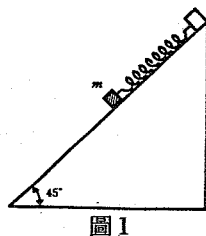


圖1

A. 將小物體置於彈簧自然長度位置後輕輕放開，則小物體開始沿斜面滑下。設小物體沿斜面移動的距離為 x 。

問1. 在距離 x 處，作用在小物體上的力，其沿斜面分力 F 為下列答案中的(1)。但 F 的符號，以沿斜面向下為正。

- ① $mg + kx - \mu' mg$ ② $mg - kx - \mu' mg$ ③ $\frac{1}{\sqrt{2}}mg + kx - \frac{1}{\sqrt{2}}\mu' mg$
 ④ $\frac{1}{\sqrt{2}}mg - kx - \frac{1}{\sqrt{2}}\mu' mg$ ⑤ $\sqrt{2}mg + kx - \sqrt{2}\mu' mg$
 ⑥ $\sqrt{2}mg - kx - \sqrt{2}\mu' mg$

問2. 小物體從起始位置移動 x 距離期間，重力對小物體作功 W_g 為下列答案中的(2)。

- ① mgx ② $\sqrt{2}mgx$ ③ $\frac{1}{\sqrt{2}}mgx$ ④ $-mgx$ ⑤ $-\sqrt{2}mgx$

⑥ $-\frac{1}{\sqrt{2}}mgx$

問3. 在此期間，小物體與斜面之間的摩擦力對小物體作功 W_R 為下列答案中的(3)。

① $-\mu' mgx$ ② $-\sqrt{2}\mu' mgx$ ③ $-\frac{1}{\sqrt{2}}\mu' mgx$ ④ 0

問4. 此時小物體的動能 T 可用 W_g 、 W_R 及 W_k 表示成為 T 為下列答案中的(4)，

但 W_k 為彈簧彈力對小物體所作的功， $W_k = -\frac{1}{2}kx^2$

① W_g ② W_k ③ W_R ④ $W_g + W_k$ ⑤ $W_g + W_R$

⑥ $W_k + W_R$ ⑦ $W_g + W_k + W_R$

問5. 在斜面滑下的小物體，不久其速率變成零。設此時的彈簧伸長量為

$x_{\max} = a \frac{mg}{k}$ ，則係數 a 為下列答案中的(5)。

① $1 - \mu'$ ② $\sqrt{2}(1 - \mu')$ ③ $\frac{1 - \mu'}{\sqrt{2}}$ ④ 1 ⑤ $\sqrt{2}$ ⑥ $\frac{1}{\sqrt{2}}$

⑦ $1 + \mu'$ ⑧ $\sqrt{2}(1 + \mu')$ ⑨ $\frac{1 + \mu'}{\sqrt{2}}$

B. 其次，將小物體置於彈簧較其自然長度伸長 x' 的位置後，再輕輕放開。這時，若 x' 在某範圍內，則因摩擦力而小物體繼續保持靜止。

問6. 設小物體靜止時的 x' 之範圍為 $b \frac{mg}{k} \leq x' \leq c \frac{mg}{k}$ ，則係數 b 與 c 分別為下列答案中的(6)與(7)。

① μ ② $\frac{\mu}{\sqrt{2}}$ ③ $1 - \mu$ ④ $\frac{1 - \mu}{\sqrt{2}}$ ⑤ $1 + \mu$ ⑥ $\frac{1 + \mu}{\sqrt{2}}$

第2題 就聲波的波動現象，選答下列各題。

A. 我們聽到的聲音是空氣振動在大氣中傳遞的現象，叫做聲波。

問1. 關於空氣中傳播的聲波之性質，下列敘述中錯誤的是(8)。

① 聲波是空氣密度的疏密變化傳遞過去的縱波。

② 聲波有反射、折射及繞射現象。

③ 聲波的傳播速率，隨氣溫的上升而增大。

④ 聲波的傳播速率，聲源移動就改變。

⑤ 聲源移動時，靜止聽者所聽到的聲音，其頻率將改變。

B. 圖2表示有關聲波的所謂昆脫(Kundt)實驗裝置。AB為長度L的玻璃棒，其中央C被固定，其一端B裝上軟木塞。

DE為玻璃管，其右側的軟木塞F之位置可以自由調節。起初，玻璃管內均勻撒好軟木粉末。

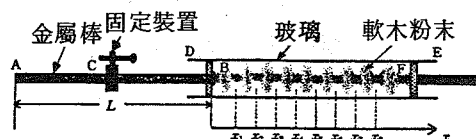


圖2

現在，將金屬棒的AC部分沿棒方向用力摩擦，使棒AB發生縱波的基本振動，在C出現節點，而在A與B出現波腹，則該振動將傳到玻璃管內的空氣，而管內氣柱產生振動。

這時，調節軟木塞F的位置，使氣柱與棒AB的基本振動發生共鳴(共振)，則相當於氣柱振動波腹部分位置的軟木粉末遭到搖動，形成幾乎是等間隔的條紋，如圖2所示。於是，沿着玻璃管讀取軟木粉末堆積位置 $x_1 \sim x_8$ 的值，如表1所示。

表 1

位 置	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8
讀 取 值 (cm)	0.0	10.3	19.9	30.7	40.3	50.9	59.9	69.8

問2. 為了有效運用表1的數據來求出發生在氣柱的駐波之波長 λ ，而想出下列計算公式：

$$\lambda = k \{ (x_5 - x_1) + (x_6 - x_2) + (x_7 - x_3) + (x_8 - x_4) \}$$

則係數k的正確值為下列答案中的(9)。

- ① $1/3$ ② $1/4$ ③ $1/6$ ④ $1/8$ ⑤ $1/12$ ⑥ $1/16$

問3. 由表1的數據可以求出發生在氣柱的駐波頻率 f 為下列答案中的(10)，但玻璃管內的聲速 v 為 3.4×10^2 m/s

- ① 1.2×10^2 Hz ② 1.7×10^2 Hz ③ 3.5×10^2 Hz ④ 1.2×10^3 Hz
⑤ 1.7×10^3 Hz ⑥ 3.5×10^3 Hz

問4. 設金屬棒長為L，因共振而發生在氣柱的駐波之波長為 λ ，管內聲速為 v ，則縱波在金屬棒傳播的速率 V 為下列答案中的(11)，但假設金屬棒產生基本振動。

- ① Lv/λ ② $2Lv/\lambda$ ③ $3Lv/\lambda$ ④ $4Lv/\lambda$ ⑤ $\lambda v/L$

- ⑥ $2\lambda v/L$ ⑦ $3\lambda v/L$ ⑧ $4\lambda v/L$

問5. 其次，縮短金屬棒的長度，重新做實驗。在金屬棒傳播的縱波，設其傳播速率不因棒長而變，則下列敘述中的兩個正確敘述為(12)與(13)。

- ① 棒的基本振動頻率增大。
 ② 棒的基本振動頻率不變。
 ③ 棒的基本振動頻率減少。
 ④ 玻璃管內軟木粉末條紋的間隔擴大。
 ⑤ 玻璃管內軟木粉末條紋的間隔不變。
 ⑥ 玻璃管內軟木粉末條紋的間隔變窄。

第3題 將導線沿着圓筒均勻纏繞 n 圈，作成長度 ℓ 的螺線管如圖3所示。設長度 ℓ 遠較圓筒半徑為大。

A. 現在，導線的 P 與 Q 分別連接直流電源的正極與負極，使螺線管通電，則 PQ 間的電壓為 V 。設導線 PQ 的電阻為 R 。

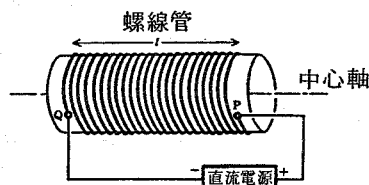


圖3

問1. 這時，每單位時間發生在導線 PQ 的熱量 W 為下列答案中的(14)。

- ① V/R ② V^2/R ③ V/R^2 ④ R/V ⑤ R/V^2 ⑥ R^2/V

問2. 這時，螺線管內部中央附近的磁通密度 $\vec{B}$ (磁場 $\vec{H}$ 的 μ_0 倍)，其方向與大小為下列答案中的(15)，但圓筒的影響可以忽視，而 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ N/A}^2$ 。

	磁通密度 $\vec{B}$ 的方向	磁通密度 $\vec{B}$ 的大小
①	沿螺線管中心軸朝右	$\frac{n}{l} \mu_0 \frac{V}{R}$
②		$(\frac{n}{l})^2 \mu_0 \frac{V}{R}$
③		$n \mu_0 \frac{V}{R}$
④		$n^2 \mu_0 \frac{V}{R}$
⑤	沿螺線管中心軸朝左	$\frac{n}{l} \mu_0 \frac{V}{R}$
⑥		$(\frac{n}{l})^2 \mu_0 \frac{V}{R}$
⑦		$n \mu_0 \frac{V}{R}$
⑧		$n^2 \mu_0 \frac{V}{R}$

B. 現在，通電於螺線管，使其產生圖 4 所示的磁場。同時，令小型單圈圓形線圈沿螺線管中心軸（ x 軸）移動。將線圈面保持垂直於螺線管中心軸，再將線圈兩端 C 與 D（C 在這邊）連接檢流計 G。

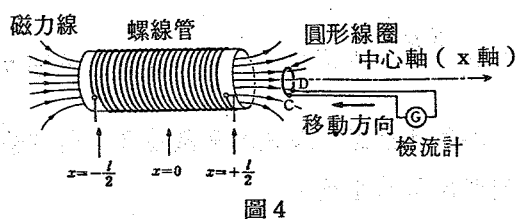
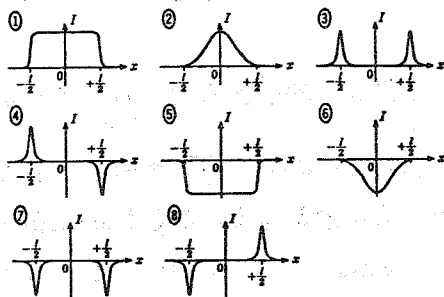


圖 4

問 3. 從螺線管的右側到左側，使圓形線圈以一定速率移動。隨着線圈的移動，線圈中所通過的電流 I 的變化情形為下列圖形中的(16)。但假設線圈中由 C 向 D 的電流方向為電流 I 的正向，而 x 座標表示線圈位置， $x = 0$ 為螺線管中央，如圖 4 所示。



問 4. 設單圈圓形線圈半徑為 10mm ，將其固定於螺線管中央處（ $x = 0$ ）。改變螺線管的電流，使線圈位置處的磁通密度 $\vec{B}$ 大小，每秒增加 $2.0 \times 10^{-2} \text{ T}$ [與 Wb/m^2 ， $\text{N}/(\text{A} \cdot \text{m})$ 同單位]。設產生在線圈的感應電動勢之大小為 $V' = a \times 10^b (\text{V})$ ，則 a 與 b 分別為(17)與(18)。

(17)的選目：① 1.3 ② 2.0 ③ 3.1 ④ 6.3 ⑤ 7.9 ⑥ 9.4

(18)的選目：① -1 ② -2 ③ -3 ④ -4 ⑤ -5 ⑥ -6

⑦ -7 ⑧ -8

第 4 題 閱讀下列文章，回答下列問題。

氣體由非常多數的分子而成，各分子朝各方向作漫無規則的運動。假定氣體分子可視作質量 m 的小球，設 N 個氣體分子被封入體積 V 的容器中。一個分子對容器器壁的作用力，可視作分子與該壁發生彈性碰撞時所給予的(19)，與每單位時間碰撞次數的乘積。因此，氣體的壓力 P （整個氣體分子對器壁單位面積作用的力）可寫成

$P = \frac{Nm\bar{v}^2}{3V}$ 。式中， $\bar{v}^2$ 為分子速率 v 的平方之平均值。此外，又可將氣體視作 n 莫耳的理想氣體，設氣體常數為 R ，則狀態方程式 $PV = nRT$ 可以成立。由此可知， $\bar{v}^2$ 與絕對溫度 T 成正比。

問1. 上列文章中的空位(19)與(20)，由下列選目中分別選答一個來填充。

- ① 速度 ② 衝量 ③ 動能 ④ 位能 ⑤ $n\frac{R}{T}$ ⑥ $n\frac{T}{R}$
⑦ nRT

問2. 用 $\bar{v}^2 = aT$ 來表示時，比例常數 a 為下列答案中的(21)，但 N_0 為亞佛厥常數。

- ① $6mN_0R$ ② $3mN_0R$ ③ $2mN_0R$ ④ $6R/mN_0$ ⑤ $3R/mN_0$
⑥ $3R/2mN_0$

問3. 設空氣為平均分子量 30 的理想氣體，而 $R = 8.3 \text{ J / (mol} \cdot \text{k)}$ ，則在溫度

300K時，空氣分子的平均速率 $\sqrt{\bar{v}^2}$ 大約等於下列答案中的(22)。但氣體分子量等於分子質量 m 的克數與亞佛厥常數 N_0 的乘積。

- ① 6000 ② 2000 ③ 1000 ④ 700 ⑤ 500
⑥ 300 ⑦ 100

答案：

- (1)④ (2)③ (3)③ (4)⑦ (5)② (6)④ (7)⑥ (8)④ (9)④ (10)⑤ (11)② (12)③ (13)① ⑥
(14)② (15)① (16)⑧ (17)④ (18)⑥ (19)② (20)⑦ (21)⑤ (22)⑤

參考資料

「產經新聞」 1990年1月14日