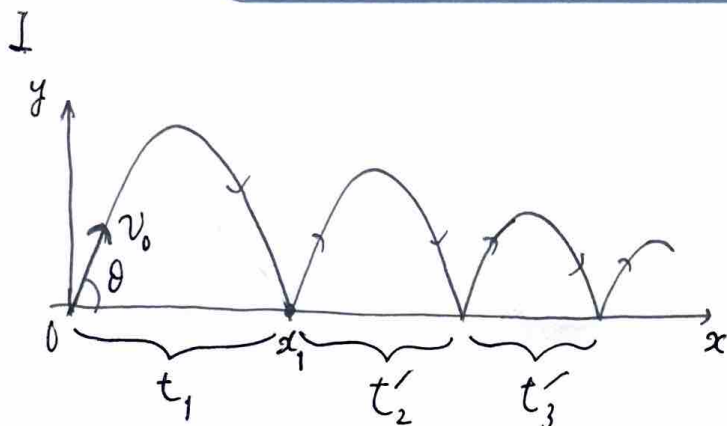


医学部専門予備校 クエスト 解答速報

慶応義塾大学 (医) 物理

試験日 2月9日 (日)



$$(a) \quad t_1 = \frac{2v_0 \sin \theta}{g}$$

$$x_1 = v_0 \cos \theta \cdot t_1 = \frac{v_0^2 \sin 2\theta}{g}$$

$$x_1 \text{ が最大になるのは } \theta = 45^\circ$$

$$(b) \quad t_1 = \frac{2v_0 \sin \theta}{g}$$

$$\vec{v}_1 = (v_0 \cos \theta, v_0 \sin \theta)$$

$$(c) \quad t'_2 = e t_1, t'_3 = e^2 t_1, \dots, t'_n = e^{n-1} t_1$$

$$t_n = t_1 + t'_2 + \dots + t'_n = (1 + e + e^2 + \dots + e^{n-1}) t_1$$

$$= \frac{1 - e^n}{1 - e} \frac{2v_0 \sin \theta}{g}$$

小球の速度の y 成分の大きさは、床と衝突する度に e 倍になるため、

$$v_{ny} = e^n v_0 \sin \theta$$

$$\therefore \vec{v}_n = (v_0 \cos \theta, e^n v_0 \sin \theta)$$

$$(d) \quad \lim_{n \rightarrow \infty} t_n = \frac{1}{1 - e} \frac{2v_0 \sin \theta}{g}$$

よって、求める水平距離

$$= v_0 \cos \theta \cdot \frac{1}{1 - e} \frac{2v_0 \sin \theta}{g}$$

$$= \frac{v_0^2 \sin 2\theta}{(1 - e)g}$$

問2

(e) ベクレル

…単位時間あたりの原子核崩壊数.

放射線の種類や臓器によって、
影響力が異なるから。

グレイ

…質量 1kg あたりの吸収する放射線の
エネルギー.

(1kg 1J 吸収で 1Gy)

(f) 等価線量 (㉔)

…吸収線量を放射線の種類や
エネルギーごとに重みをつけて加
算したもの

実効線量 (㉕)

…等価線量に臓器ごとに重みを
つけて加算したもの

イメージ (㉔㉕でもイメージです)

㉔ …「飛んで来たものがビリンボン玉と
ボーリング玉 としては影響力が
違うよね. 重みづけしよう。」

㉕ …「テニスボールが目にあたると
背中にあたるとでは痛みが
違うよね. 重みづけしよう。」

II

問1

(a) 常磁性体 ... ③, ⑥

強 " ... ①, ④

反 " ... ②, ⑤

常磁性 ... 磁場中に入れたときだけ磁場の向きに磁化する性質

強 " ... 磁場中に入れたなくても自発的に磁化する性質

反 " ... 磁場中に入れると、磁場とは逆向きに磁化する性質

(b) 磁気量の単位 ... Wb

$$V = \left| \frac{d\Phi}{dt} \right| \text{か5、}$$

$$\text{Wb} = V \cdot s$$

$$= \frac{\text{J} \cdot s}{C}$$

$$= \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2 / \text{s}^2 \cdot \text{m}}{A}$$

$$= \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{A \cdot \text{s}^2}$$

① 磁気量と電気量を対応させて考えると、

$$F = qE \leftrightarrow F = \underline{m}H$$

と123.

$$\therefore \text{mの単位} = \frac{N}{A/m}$$

$$= \frac{\text{kg} \cdot \text{m} / \text{s}^2 \cdot \text{m}}{A}$$

(c) $nI [A/m]$

(d) ファラデーの電磁誘導の法則より、

$$\sim \left| \frac{d\Phi(t)}{dt} \right| [V]$$

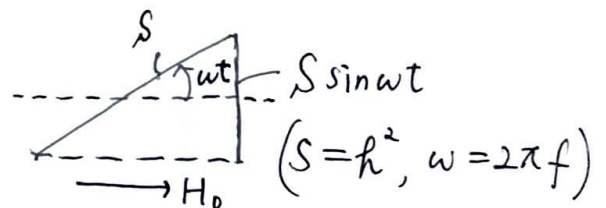
問2

(e) ホール効果

(問題文中の起電力を「ホール電圧」という)

問3

(f)



$$\Phi(t) = \mu_0 H_0 S \sin \omega t$$

ファラデーの電磁誘導の法則より、

$$|V_{xy}| = \left| \frac{d\Phi(t)}{dt} \right|$$

$$= \mu_0 H_0 S \omega |\cos \omega t|$$

$$= 2\pi f \mu_0 H_0 l^2 |\cos \omega t|$$

(g) 題意より、

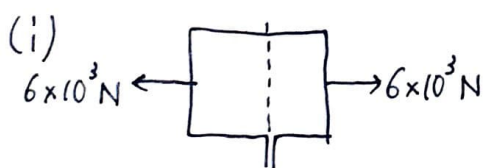
$$\frac{2\pi f \mu_0 H_0 k^2}{\sqrt{2}} = 1.0 \times 10^{-9} \text{ V}$$

ここに与えられた値を代入し、

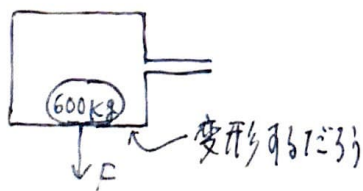
$$\begin{aligned} f &= \frac{1.4 \times 1.0 \times 10^{-9} \text{ V}}{2 \times 3.1 \times 1.3 \times 10^{-6} \text{ N/A}^2 \times 1.0 \times 10^{-6} \text{ A/m} \times (0.1)^2 \text{ m}^2} \\ &= 1.7 \dots \times 10^4 \text{ Hz} \\ &\approx 2 \times 10^4 \text{ Hz} \end{aligned}$$

(h) $F = m \frac{\hbar}{2} (2\pi f)^2$

$$\begin{aligned} &= 0.010 \times 10^3 \text{ kg} \times \frac{0.10 \text{ m}}{2} \times (2 \times 3.1 \times 1.7 \times 10^4 \text{ Hz})^2 \\ &= 5.5 \dots \times 10^3 \text{ N} \\ &\approx 6 \times 10^3 \text{ N} \end{aligned}$$



ジョイルは、回転軸に平行な2辺に、半径方向外向きに $6 \times 10^3 \text{ N}$ の力を受ける。これは約 600 kg の物体が受ける重力に等しい。このような力を受けると、ジョイルは変形すると考えられる。よって、実現可能性は低い。



問4

(j) 題意より、

$$\begin{aligned} H_{\text{cur}} &= n I_0 \\ &= \underbrace{n I_0 \sin \omega t}_{H_1} \end{aligned}$$

$$\underline{H_1 = n I_0}$$

(k)

$$H = H_0 + H_1 \sin \omega t$$

$$B = aH - bH^3$$

↑巻きあたりの起電力の大きさを V とすると、

$$V = \left| \frac{d\Phi}{dt} \right|$$

$$= S \left| \frac{dB}{dt} \right|$$

よって、

$$\frac{dB}{dt} = a \frac{dH}{dt} - 3bH^2 \frac{dH}{dt}$$

$$|V_{\text{EF}}| = NV$$

$$= NS \left| a \frac{dH}{dt} - 3bH^2 \frac{dH}{dt} \right|$$

$$= NS \left| a - 3b(H_0 + H_1 \sin \omega t)^2 \right| \left| \frac{dH}{dt} \right|$$

$$= NS \left| a - 3b(H_0 + H_1 \sin \omega t)^2 \right| \omega H_1 |\cos \omega t|$$

$$= NS \omega H_1 |\cos \omega t| \times$$

$$\left| a - 3b(H_0^2 + 2H_0 H_1 \sin \omega t + H_1^2 \sin^2 \omega t) \right|$$

$$= NS \omega H_1 \left| -3bH_0 H_1 \sin 2\omega t + \cos \omega t \times \right. \\ \left. (-3bH_1^2 \sin^2 \omega t + a - 3bH_0^2) \right|$$

$$= \underbrace{\left| -3\ell N S \omega H_0 H_1^2 \sin 2\omega t + \cos \omega t \right|}_{\text{イ}} \underbrace{\left\{ -3\ell N S \omega H_1^3 \sin^2 \omega t + N S \omega H_1 (a - 3\ell H_0^2) \right\}}_{\text{ウ}} \underbrace{\left. \right\}}_{\text{エ}}$$

<以下の内いゝは解答用紙の形式が分かり次第解答いたします>

III

問1

- (a) 全て水蒸気になり、一定温度の圧力 P_1 を求める。

$$P_1 = \frac{nRT}{V}$$

$$= \frac{1.0 \times 10^{-4} \text{ mol} \times 8.3 \text{ J/mol} \cdot \text{K} \times 353 \text{ K}}{10 \times (10^{-2} \text{ m})^3}$$

$$\approx 2.9 \times 10^4 \text{ Pa}$$

この値は図1から読み取る値:
 $4.8 \times 10^4 \text{ Pa}$ より小さい。

よって、圧力 = $2.9 \times 10^4 \text{ Pa}$

$$\text{物質量} = 1.0 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

- (b) (a) と同じように考えて、

$$P_2 = \frac{1.0 \times 10^{-4} \text{ mol} \times 8.3 \text{ J/mol} \cdot \text{K} \times 313 \text{ K}}{10 \times (10^{-2} \text{ m})^3}$$

$$\approx 2.6 \times 10^4 \text{ Pa}$$

この値は図1から読み取る値:
 $8.0 \times 10^3 \text{ Pa}$ より大きい。

よって、圧力 = $8.0 \times 10^3 \text{ Pa}$

$$\text{物質量} = \frac{8.0 \times 10^3 \text{ Pa} \times 10 \times (10^{-2} \text{ m})^3}{8.3 \text{ J/mol} \cdot \text{K} \times 313 \text{ K}}$$

$$\approx 3.1 \times 10^{-5} \text{ mol}$$

問2

(c) $p^A T^B = \text{一定}$

$$\therefore \Delta(p^A T^B) = \Delta(\text{一定})$$

$$\Leftrightarrow A p^{A-1} \Delta p \cdot T^B + p^A \cdot B T^{B-1} \Delta T = 0$$

$$\therefore \Delta T = - \frac{A}{B} \frac{T}{p} \Delta p$$

$$p V^{\gamma} = \text{一定} \text{ に } V = \frac{nRT}{p} \text{ を代入}$$

よって、

$$p \cdot \left(\frac{nRT}{p} \right)^{\gamma} = \text{一定}$$

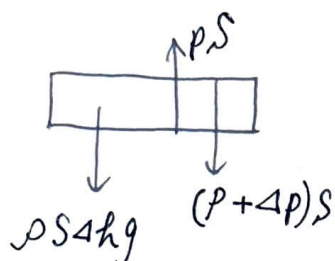
$$\therefore p^{1-\gamma} \cdot T^{\gamma} = \text{一定}$$

よって、

$$\begin{cases} A = 1 - \gamma \\ B = -\frac{A}{\gamma} \\ = -\frac{\gamma - 1}{\gamma} \end{cases}$$

問3

(d)



力のつり合いより、

$$0 = pS - (\rho S \Delta h g + (p + \Delta p)S)$$

$$\therefore \Delta p = -\rho g \Delta h$$

$$\therefore \underline{\underline{C = \rho g}}$$

(e) $pV = nRT$

$$\therefore p = \frac{n}{V} RT$$

$$= \underbrace{\left(\frac{nM}{VM} \right)}_{\rho} RT$$

$$\therefore \rho = \frac{pM}{RT}$$

よって、

$$C = \rho g$$

$$= \underline{\underline{\frac{pMg}{RT}}}$$

(f) 今これに出てきたいくつかの式をかく。

$$\begin{cases} \Delta T = B \frac{T}{p} \Delta p \dots ① \\ \Delta p = -C \Delta h \dots ② \\ \Delta T = -D \Delta h \dots ③ \end{cases}$$

$$\frac{②}{③} : \frac{\Delta p}{\Delta T} = \frac{C}{D}$$

$$\therefore D = C \frac{\Delta T}{\Delta p} = C B \frac{T}{p} (\because ①)$$

$$= \frac{pMg}{RT} B \frac{T}{p} (\because (e))$$

$$= \underline{\underline{\frac{BMg}{R}}}$$

(g) 与えられた値を(f)の結果に代入して、

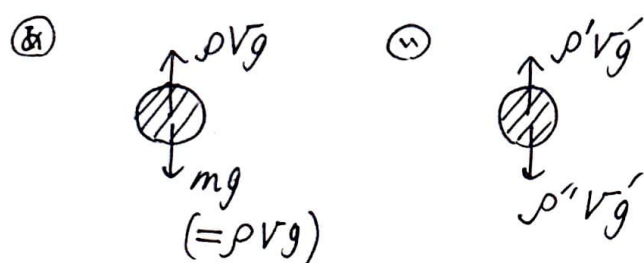
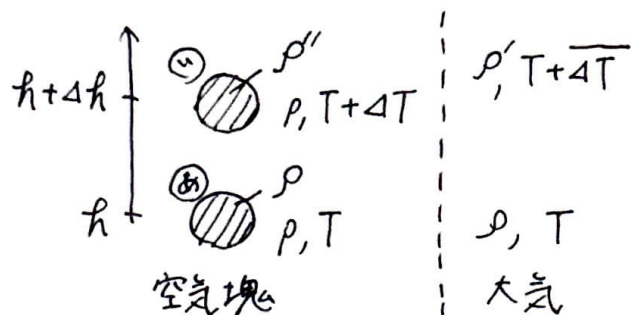
$$③ : \Delta T = - \frac{BMg}{R} \Delta h$$

$$= \frac{0.29 \times 29 \times 10^{-3} \text{ kg/mol} \times 10 \text{ m/s}^2 \times 1.0 \times 10^2 \text{ m}}{8.3 \text{ J/mol} \cdot \text{K}}$$

$$\approx -1.0 \text{ K}$$

(100m 上昇すると、約 1K 下がる)

(h)



ボイル・シャルルの法則より、

$$\begin{cases} \text{大気: } \frac{p}{\rho T} = \frac{p + \Delta p}{\rho' (T + \Delta T)} \\ \text{空気塊: } \frac{p}{\rho T} = \frac{p + \Delta p}{\rho'' (T + \Delta T)} \end{cases}$$

この2式から、

$$\rho' (T + \Delta T) = \rho'' (T + \Delta T) \dots \textcircled{4}$$

題意を満たすためには、①において、

$$\rho' V' g < \rho'' V' g$$

浮力 重力

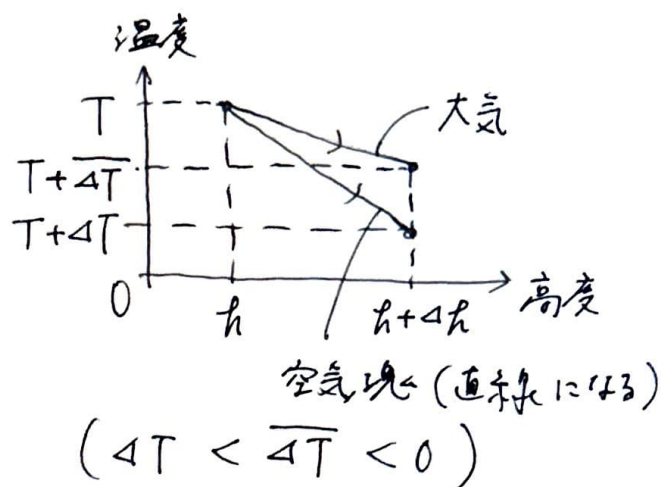
が必要。

$$\therefore \rho' < \rho''$$

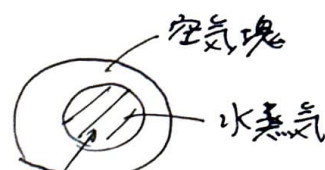
この式と④から、

$$T + \Delta T > T + \Delta T$$

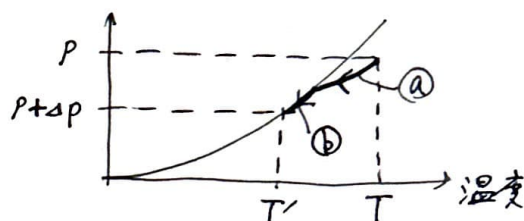
$$\therefore \Delta T > \Delta T$$



(i)



液化する場合、図1の曲線に沿って変化する。



①... 液化していない

②... " している

傾きの $\frac{\Delta p}{\Delta T}$ の大小... ① < ② : $\left(\frac{\Delta p}{\Delta T}\right)_{\text{①}} < \left(\frac{\Delta p}{\Delta T}\right)_{\text{②}}$

(f)より、 $D = C \frac{\Delta T}{\Delta p}$ ($C = \rho g$)

以上から、 $D_{\text{①}} > D_{\text{②}}$

$\therefore$ 水滴が生じる方が D は小さくなる。

Δp 一定の場合、 $D \propto \Delta T$

