

藤田医科大学(前期) 物理

2023年 1月 19日実施

I

解答

問1 $\frac{M+2m}{k_1+k_2}g$

問2 $AP/AB = \frac{k_2M + (k_2 - k_1)m}{(k_1 + k_2)M}$

問3 $\delta_A = \frac{k_1M - (k_2 - k_1)m}{k_1(k_1 + k_2)M} \Delta Mg$, $\delta_B = \frac{k_2M + (k_2 - k_1)m}{k_2(k_1 + k_2)M} \Delta Mg$

問4 $k_2 > k_1$ だから, $\delta_B - \delta_A = \frac{(k_2 - k_1)m}{k_1k_2M} \Delta Mg > 0$ となる. よって, $\delta_A < \delta_B$.

解説

問1 ばねの自然長からの伸びを x とおく. 鉛直方向の力のつり合いより,

$$k_1x + k_2x = Mg + mg + mg \quad \therefore x = \frac{M+2m}{k_1+k_2}g$$

問2 点 A の周りの力のモーメントのつり合いより,

$$(k_2x - mg) \times AB - Mg \times AP = 0$$

$$AP/AB = \frac{k_2x - mg}{Mg} = \frac{k_2 \frac{M+2m}{k_1+k_2}g - mg}{Mg} = \frac{k_2M + (k_2 - k_1)m}{(k_1 + k_2)M}$$

問3 点 A, B, P にかかる力の向きは鉛直方向で, 各点にかかる力はそれぞれ, $k_1\delta_A$, $k_2\delta_B$, ΔMg だけ変化した. したがって, 点 A のまわりの力のモーメントのつり合いより,

$$k_2\delta_B \times AB - \Delta Mg \times AP = 0$$

$$\therefore \delta_B = \frac{\Delta Mg}{k_2} \times (AP/AB) = \frac{k_2M + (k_2 - k_1)m}{k_2(k_1 + k_2)M} \Delta Mg$$

また, 力のつり合いより,

$$k_1\delta_A + k_2\delta_B = \Delta Mg$$

$$\therefore \delta_A = \frac{\Delta Mg - k_2\delta_B}{k_1} = \frac{k_1M - (k_2 - k_1)m}{k_1(k_1 + k_2)M} \Delta Mg$$

<次頁につづく>

<< 模試・講座のご案内 >>

受験相談会・後期模試・攻略講座を実施します

※詳細は最終面をご確認ください

II

解答

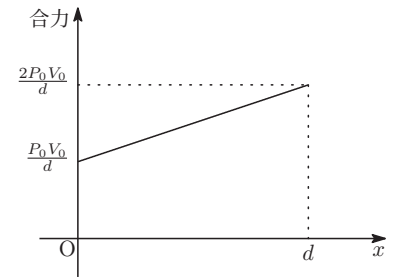
問1 $\frac{P_0 V_0}{d^2}$

問2 $\frac{P_0 V_0}{d} \left(1 + \frac{x}{d}\right)$, 右図

問3 $\frac{3}{2} P_0 V_0$

問4 圧力: $\frac{3}{5} P_0$, 絶対温度: $\frac{3}{2} T_0$

問5 圧力: $\frac{3}{8} P_0$, 絶対温度: $\frac{3}{2} T_0$



解説

問1 ばね定数を k , ピストンの断面積を S とすると, ピストンについての力のつりあいより,

$$P_0 S + kd = 2P_0 S$$

また, $V_0 = Sd$ であるから,

$$k = \frac{P_0 S}{d} = \frac{P_0 V_0}{d^2}$$

問2 合力を F とすると,

$$F = P_0 S + kx = \frac{P_0 V_0}{d} + \frac{P_0 V_0}{d^2} x = \frac{P_0 V_0}{d} \left(1 + \frac{x}{d}\right)$$

問3 問2のグラフの面積より, 求める仕事 W は

$$W = \frac{1}{2} \left(\frac{P_0 V_0}{d} + \frac{2P_0 V_0}{d} \right) d = \frac{3}{2} P_0 V_0$$

問4 求める圧力と絶対温度をそれぞれ P_1, T_1 とすると, 熱力学第1法則より,

$$0 = \left(\frac{3}{2} P_1 \cdot 5V_0 - \frac{3}{2} 2P_0 V_0 \right) + \left(-\frac{3}{2} P_0 V_0 \right) \quad \therefore P_1 = \frac{3}{5} P_0$$

また, ボイル・シャルルの法則より,

$$\frac{2P_0 V_0}{T_0} = \frac{P_1 \cdot 5V_0}{T_1} \quad \therefore T_1 = \frac{5P_1}{2P_0} T_0 = \frac{3}{2} T_0$$

問5 求める圧力と絶対温度をそれぞれ P_2, T_2 とする. 容器Bと容器Cをあわせた系の熱力学第1法則より,

$$0 = \Delta U + 0 \quad \therefore \Delta U = 0$$

したがって, 絶対温度は不変であるから, $T_2 = \frac{3}{2} T_0$ (断熱自由膨張)

また, ボイル・シャルルの法則より,

$$\frac{2P_0 V_0}{T_0} = \frac{P_2 \cdot 8V_0}{T_2} \quad \therefore T_2 = \frac{T_2}{4T_0} P_2 = \frac{3}{8} P_2$$

III

解答

- | | | | |
|-------------------|-------------------------|-----------------------|--|
| (ア) $\frac{x}{v}$ | (イ) $\frac{L}{v}$ | (ウ) $L-x$ | (エ) $\frac{2L-x}{v}$ |
| (オ) $\frac{L}{v}$ | (カ) $\frac{L-x}{v}$ | (キ) $\frac{L}{v}$ | (ク) 0 |
| (ケ) 0 | (コ) $\frac{2\pi L}{vT}$ | (サ) $n + \frac{1}{2}$ | (シ) $\frac{1}{2} \left(n + \frac{1}{2} \right)$ |

解説

(ア) x での変位は, $\frac{x}{v}$ だけ前の時刻の $x=0$ における変位となる. よって y_0 の t を $t - \frac{x}{v}$ で置き換えればよい.

(イ) (ア) に $x=L$ を代入して, $\frac{L}{v}$

(エ) x での反射波の変位は, (イ) よりさらに $\frac{L-x}{v}$ だけ前の時刻の $x=0$ における変位となる. よって y_0 の t を $t - \frac{2L-x}{v}$ で置き換えればよい.

(オ) $\left(t - \frac{x}{v} \right) + \left(t - \frac{2L-x}{v} \right)$ を 2 で割って $t - \frac{L}{v}$

(カ) $\left(t - \frac{x}{v} \right) - \left(t - \frac{2L-x}{v} \right)$ を 2 で割って $\frac{L-x}{v}$

(キ) (オ) に $x=L$ を代入すればよいが, (オ) は x によらない. $\frac{L}{v}$

(ク) (カ) に $x=L$ を代入して 0

(ケ) $\cos\left(\frac{\phi}{2}\right) = 1$ を満たす ϕ を考えればよい. 0

(コ) $\cos\left\{ \frac{2\pi}{T} \left(\frac{L-x}{v} \right) - \frac{\phi}{2} \right\}$ に $x=0$, $\phi=0$ を代入して $\cos\left(\frac{2\pi L}{vT}\right)$

IV

解答

問1 $m_A \alpha = m_A g \sin \theta - T$

問2 $\frac{1}{2}$ 倍

問3 小球 B : $m_B \beta = m_B g - \frac{T}{2} + m_B \alpha$

問4 $\alpha = \frac{m_A(m_B + m_C) \sin \theta - 4m_B m_C}{m_A(m_B + m_C) + 4m_B m_C} g$

小球 C : $m_C \beta = \frac{T}{2} - m_C g - m_C \alpha$

問5 $T = \frac{4m_A m_B m_C (1 + \sin \theta)}{m_A(m_B + m_C) + 4m_B m_C} g$

問6 $\sin \theta_1 = \frac{4m_B m_C}{m_A(m_B + m_C)}$

問7 $\sin \theta_2 = \frac{7}{13}$

解説

問1 与えられた α と T を用いて $m_A \alpha = m_A g \sin \theta - T$

問2 小球 B, C をつなぐひもの張力の大きさを S とすると, 滑車 K の質量は無視できるので, 滑車 K の運動方程式は $0 = T - 2S$ となる. したがって, 常に $S = \frac{T}{2}$ となり, $\frac{1}{2}$ 倍

問3 滑車 K から見た場合, 小球 B は加速度の大きさ β で下降し, 小球 C は β で上昇するように見える. さらに, 加速度が鉛直上向きに α である滑車 K から見ているので, 小球 B, C には鉛直下向きの慣性力が作用することに注意して,

小球 B : $m_B \beta = m_B g - \frac{T}{2} + m_B \alpha$, 小球 C : $m_C \beta = \frac{T}{2} - m_C g - m_C \alpha$

問4 問1と問3の3式より T と β を消去して, $\alpha = \frac{m_A(m_B + m_C) \sin \theta - 4m_B m_C}{m_A(m_B + m_C) + 4m_B m_C} g$

問5 問4と同様に, 問1と問3から α と β を消去して, $T = \frac{4m_A m_B m_C (1 + \sin \theta)}{m_A(m_B + m_C) + 4m_B m_C} g$

問6 題意より, 角度 θ_1 のとき小球 A は静止したので, $\alpha = 0$ となり, $\sin \theta_1 = \frac{4m_B m_C}{m_A(m_B + m_C)}$

問7 与えられた質量 $m_A = 10m$, $m_B = 5m$, $m_C = m$ を用いて角度 θ_2 のときの α と β は,

$$\alpha = \left(\sin \theta_2 - \frac{1}{3} \right) \frac{3}{4} g, \quad \beta = (1 + \sin \theta_2) \frac{1}{2} g$$

となる. 小球 A が斜面上で距離 L 下がるのに要した時間を t とすれば, 等加速度運動の式より,

$$L = \frac{1}{2} \alpha t^2$$

一方, 題意より, 滑車 K から見た小球 B, C の運動を考えると, 時間 t の間に B が $5L$ だけ下降, C が $5L$ だけ上昇したことになる. よって等加速度運動の式より,

$$5L = \frac{1}{2} \beta t^2$$

以上より, t を消去して $5\alpha = \beta$ が得られ, $\sin \theta_2$ について解くと, $\sin \theta_2 = \frac{7}{13}$

講評

第1問 [力学：力のモーメントのつり合い] (やや難)

問3の計算に問2の結果を使えるかどうかで差がつく。文字が多く計算が重いので問2を答えたら別の大問に移った方が良いでしょう。

第2問 [熱：気体の状態変化] (標準)

今回の大問の中では最も解きやすい問題。断面積を表す文字が与えられていないので解答がやや見慣れない式になる。完答したい。

第3問 [波動：反射波の波の式による扱い] (標準)

波の式を用いて反射による位相のずれについて扱う問題。類題を扱ったことがあれば完答も可能。反射による位相のずれについて扱うため、やや計算が冗長になり分かり辛い。空欄カマでたどりつければ完答も可能。

第4問 [力学：定滑車と動滑車で結ばれた3物体の運動] (やや難) 設定はよくある設定だが、物体の1つが斜面上を運動することと、3物体の質量が全て文字であることで、計算が非常に重たくなる。問1～問3、できれば問6も答えて他の問題や化学に時間を掛けた方が上手く得点できただろう。

総評

総じて昨年度前期よりもやや難化している。それぞれの問題はとれても、第1問：2割、第2問と第3問は完答、第4問は4割程度だろう。全体での目標は、50%

メルマガ無料登録で全教科配信！ 本解答速報の内容に関するお問合せは… メビオ ☎0120-146-156 まで

 医学部進学予備校 ☎0120-146-156 https://www.mebio.co.jp/	 heart of medicine 医学部専門予備校 ☎03-3370-0410 https://yms.ne.jp/	 医学部専門予備校 英進館メビオ福岡校 ☎0120-192-215 https://www.mebio-eishinkan.com/	 登録はこちらから
--	---	--	---

医学部受験相談会

医学部受験の悩みを講師が回答します (予約優先)

東京	2.1(水)	9:00 ~ 12:00 ビジョンセンター西新宿
金沢	1.30(月)・31(火)	9:00 ~ 12:00 ANA クラウンプラザ金沢
名古屋	1.24(火)	9:00 ~ 12:00 イオンコンパス名古屋駅前会議室
大阪	1.24(火)	9:00 ~ 12:00 クインテッサホテル大阪ベイ
神戸	1.25(水)	9:00 ~ 12:00 神戸ポートピアホテル
岡山	1.22(日)	9:00 ~ 12:00 第一セントラルビル 2号館

金沢医科大学後期模試

大阪・名古屋会場 2.17(金) 10:00 ~ 13:00
東京・福岡会場 2.17(金) 10:00 ~ 13:00
天満研修センター
オフィスパーク
名駅プレミアム会議室 他

金沢医科大学後期攻略講座

大阪会場 2.21(火)・27(月) 9:30 ~ 13:00
名古屋会場 2.24(金) 13:00 ~ 16:45
オフィスパーク
名駅プレミアム会議室

藤田医科大学後期攻略講座

名古屋会場 2.25(土) 9:30 ~ 16:45
オフィスパーク
名駅プレミアム会議室

詳しくは Web またはお電話で