

強者の戦略

物理講師の内多です。

今回は 2020 年度の慶應義塾大学・医学部・医学科の入試問題からの出題です。私がこのページを担当するときには、そのほとんどを「頭を悩ます難問」からの出題としてきました。しかし、今回は趣向を変えます。ずばり、「高校物理の知識を細かいところまで完璧に暗記できているか」を問うことにします。では、どうぞ！

※ なお、1 ヶ所だけ、「高校物理の教科書の知識とは異なる設定」がなされている問題があります。それがどの部分で、どのように異なるのか、ということも見抜いてみましょう。

(問題は次ページから)

強者の戦略

【問題】

問1 慶應義塾大学日吉キャンパスには、いたる所に家庭用と同じ交流 100 V の電源コンセントがある。この電圧 V を時間 t の関数として、 $V(t) = A \sin(2\pi ft)$ と表すとき、 A と f の値を単位を付けて答えよ。 π は円周率である。

問2

- (a) 地球の第2宇宙速度は 11 km/s である。月の質量を地球の質量の $\frac{1}{81}$ 、月の半径を地球の半径の $\frac{1}{4.0}$ とし、月における第2宇宙速度に相当する速さを求めよ。
- (b) 温度 300 K において気体分子（モル質量 20 g/mol）の熱運動における2乗平均速度を求めよ。気体定数を $8 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ とする。

問3 空気抵抗を受けながら落下する物体について考えよう。重力加速度は下向きで大きさは一定値 g とする。

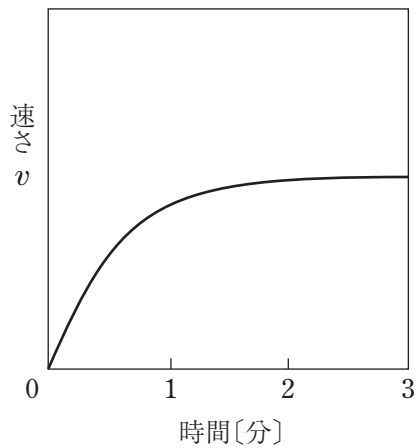


図1

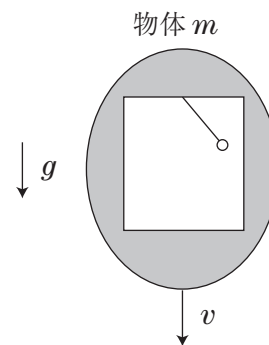
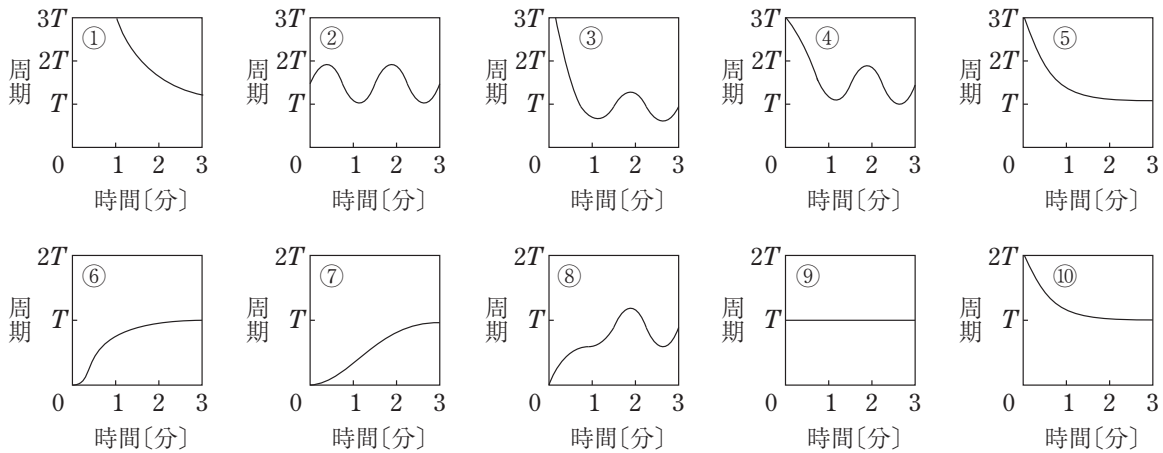


図2

- (a) 質量 m の物体を落下させたところ、図1に示すように地上に対する物体の速さ v が変化し、十分に時間が経過した後、一定になった。この一定になった速さを求めよ。ただし、物体に対する空気抵抗の大きさは k を比例定数として、 kv^2 とする。
- (b) 図2に示すように、物体は密閉容器となっており、地上での周期 T の単振り子を内部に取り付け、図2の状態から (a) と同様に落下させた。落下開始後における単振り子の周期を示す図として最も適切なものを解答群から選び、番号で答えよ。ただし、物体の質量は単振り子の質量より十分に大きく、落下の加速度変化は十分に緩やかとする。

強者の戦略

解答群



問4 以下の文章の , , に適切な数値, に元素記号, に数式を答えよ。

^{210}Po 原子核は半減期 138 日で α 崩壊し, Pb 原子核になる。この Pb 原子核の質量数は で, α 粒子の正体は 原子核である。

α 粒子の運動エネルギー E , α 粒子の質量 m , Pb 原子核の質量 M を用いると, α 崩壊後の Pb 原子核の運動エネルギーは である。ただし, ^{210}Po は静止した状態で崩壊し, 崩壊後の α 粒子と Pb 原子核の運動量の和はゼロであり, 各原子核の質量の比は質量数の比とする。 α 粒子の運動エネルギーを 5.3 MeV とすると, は MeV となる。

1.0 GBq の ^{210}Po を厚さ 0.20 cm で質量 12 g のステンレス容器内に密閉した。この容器の温度は, 3600 秒間に K 上昇する。ただし, 電気素量を 1.6×10^{-19} C, ステンレスの比熱を $0.60 \text{ J}/(\text{g} \cdot \text{K})$, ^{210}Po 自身の熱容量は無視し, ステンレス容器の周囲は断熱されている。