

理 科

2020 年度（令和 2 年度）

入 学 試 験 問 題

受 験 番 号	
---------	--

1. 注 意 事 項

- (1) 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- (2) この問題冊子は 49 ページあります。
物 理 1 ページから 12 ページまで
化 学 13 ページから 28 ページまで
生 物 29 ページから 49 ページまで
試験中に、問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れなどに気づいた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
- (3) 問題冊子の表紙の受験番号欄に受験番号を記入してください。
- (4) 解答用紙は 2 枚あります。解答用紙には、氏名、受験番号の記入欄、および受験番号と選択科目のマーク欄があります。それぞれに正しく記入し、マークしてください。
- (5) 問題冊子のどのページも切り離してはいけません。問題冊子の余白は計算用紙として使用してもかまいません。
- (6) 計算機能や辞書機能、通信機能などをもつ機器等の使用は禁止します。使用している場合は不正行為とみなします。
- (7) 試験終了後、解答用紙はもちろん、問題冊子も持ち帰ってはいけません。

2. 解答上の注意

解答上の注意は、裏表紙にも記載してあるので、この問題冊子を裏返して必ず読んでください。ただし、問題冊子を開いてはいけません。また、解答用紙の左下に記載してある「注意事項」も読んでください。

- (1) 問題は物理、化学、生物の 3 科目あります。任意の 2 科目を選んで解答してください。なお、2 科目とも解答することが必須です。

裏表紙につづく

物 理

1 次の問いに対して、最も適切なものを選択肢の中から一つ選びなさい。

I 以下の問1，問2の文章中の空欄を適切に埋めなさい。

問1 なめらかな水平面上を、水槽の付いた台車が、速さ V_0 で等速直線運動している。水槽を含めた台車の質量は M_0 であり、水槽の上部には水平で面積 S の開口部がある。

時刻 $t = 0$ に雨が降り出した。雨は、鉛直下向きに速さ v で一様に降ってくるものとし、空間中の単位体積あたりの雨粒の数を N とする。雨ひと粒の質量を m とすると、単位時間あたりに水槽にたまる雨の質量 c は、 $c = \text{ア}$ なので、雨が水槽からあふれないという条件の下では、雨の降り始めから時間 t 経過後に、水槽にたまった雨の質量は、 イ となる。

雨粒との衝突による台車の水平方向の運動量の変化が無視できるものとする、時刻 $t (t > 0)$ における台車の速さ V は、 $V = \text{ウ}$ となるので、台車の速さが、雨が降り出す前の半分になる時刻は、 $t = \text{エ}$ である。

ア の選択肢

- ① m ② Nm ③ vm ④ Sm
⑤ Nvm ⑥ NSm ⑦ vSm ⑧ $NvSm$

イ の選択肢

- ① c ② $\frac{1}{2}ct$ ③ ct ④ $\frac{c}{t}$ ⑤ $\frac{1}{2}ct^2$

ウの選択肢

① $\frac{M_0}{c} V_0$

② $\frac{2 M_0}{ct} V_0$

③ $\frac{M_0}{ct} V_0$

④ $\frac{tM_0}{c} V_0$

⑤ $\frac{2 M_0}{ct^2} V_0$

⑥ $\frac{M_0}{M_0 + c} V_0$

⑦ $\frac{M_0}{M_0 + \frac{1}{2} ct} V_0$

⑧ $\frac{M_0}{M_0 + ct} V_0$

⑨ $\frac{M_0}{M_0 + \frac{c}{t}} V_0$

⑩ $\frac{M_0}{M_0 + \frac{1}{2} ct^2} V_0$

エの選択肢

① $\frac{M_0}{2c}$

② $\frac{M_0}{c}$

③ $\frac{2 M_0}{c}$

④ $\frac{4 M_0}{c}$

⑤ $\frac{c}{M_0}$

⑥ $\sqrt{\frac{2 M_0}{c}}$

⑦ $2\sqrt{\frac{M_0}{c}}$

問 2 質量 m の燃料を搭載した総質量 M のロケットが外力のはたらかない真空中で静止している。このロケットは、燃料を n 分割し、質量 $\Delta m = m/n$ の燃料を、ロケットから見て速さ v で後方に噴射することにより推進力を得る。

最初に燃料を噴射した後のロケットの速度を V_1 とすると、運動量保存の法則より $(M - \Delta m)V_1 + (\text{オ}) = 0$ が得られる。続いて、2 回目の燃料噴射後のロケットの速度を V_2 とすると、

$$(M - 2\Delta m)V_2 + (\text{カ}) = (M - \Delta m)V_1$$

なので、 $V_2 - V_1 = \text{キ}$ となる。同様に、 k 回目の燃料噴射後のロケットの速度を V_k とすると、 $V_k - V_{k-1} = \text{ク}$ なので、すべての燃料を噴射した後のロケットの速度 V_n は、 $V_n = \text{ケ}$ となる。

オ、**カ** の選択肢 (同じものを繰り返して選択してもよい)

- | | | |
|-----------------------|------------------------|------------------------|
| ① $-\Delta mv$ | ② Δmv | ③ $\Delta m(V_1 - v)$ |
| ④ $\Delta m(v - V_1)$ | ⑤ $2\Delta m(V_1 - v)$ | ⑥ $2\Delta m(v - V_1)$ |
| ⑦ $\Delta m(V_2 - v)$ | ⑧ $\Delta m(v - V_2)$ | |

キ の選択肢

- | | | |
|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| ① Δmv | ② $\frac{\Delta m}{M} v$ | ③ $\frac{\Delta m}{M + \Delta m} v$ |
| ④ $\frac{\Delta m}{M - \Delta m} v$ | ⑤ $\frac{\Delta m}{M + 2\Delta m} v$ | ⑥ $\frac{\Delta m}{M - 2\Delta m} v$ |
| ⑦ $\frac{2\Delta m}{M + \Delta m} v$ | ⑧ $\frac{2\Delta m}{M - \Delta m} v$ | |

クの選択肢

① $k\Delta m v$

② $\frac{k\Delta m}{M} v$

③ $\frac{\Delta m}{M + \Delta m} v$

④ $\frac{\Delta m}{M - \Delta m} v$

⑤ $\frac{\Delta m}{M + k\Delta m} v$

⑥ $\frac{\Delta m}{M - k\Delta m} v$

⑦ $\frac{k\Delta m}{M + \Delta m} v$

⑧ $\frac{k\Delta m}{M - \Delta m} v$

ケの選択肢

① $\sum_{k=1}^n k\Delta m v$

② $\sum_{k=1}^n \frac{k\Delta m}{M} v$

③ $\frac{n\Delta m}{M + \Delta m} v$

④ $\frac{n\Delta m}{M - \Delta m} v$

⑤ $\sum_{k=1}^n \frac{\Delta m}{M + k\Delta m} v$

⑥ $\sum_{k=1}^n \frac{\Delta m}{M - k\Delta m} v$

⑦ $\sum_{k=1}^n \frac{k\Delta m}{M + \Delta m} v$

⑧ $\sum_{k=1}^n \frac{k\Delta m}{M - \Delta m} v$

IV 放射性崩壊について、次の問いに答えなさい。

問 1 ${}^{232}_{90}\text{Th}$ が、 α 崩壊を 1 回、 β 崩壊を 2 回行って、ある原子核に変化する。この原子核の原子番号と質量数をそれぞれ求めなさい。

原子番号：

質量数：

の選択肢

- | | | | |
|------|------|------|------|
| ① 96 | ② 93 | ③ 92 | ④ 91 |
| ⑤ 90 | ⑥ 89 | ⑦ 88 | ⑧ 87 |
| ⑨ 86 | ⑩ 84 | ⊕ 80 | |

の選択肢

- | | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| ① 238 | ② 236 | ③ 235 | ④ 234 |
| ⑤ 232 | ⑥ 229 | ⑦ 228 | ⑧ 226 |
| ⑨ 224 | ⑩ 220 | ⊕ 216 | |

問 2 ${}^{131}_{53}\text{I}$ の半減期を 8 日とすると、この原子核の数が最初の $\frac{1}{32}$ になるのは何日後か求めなさい。

日後

の選択肢

- | | | | |
|--------|-------|-------|------|
| ① 0.25 | ② 1.6 | ③ 4 | ④ 5 |
| ⑤ 8 | ⑥ 16 | ⑦ 24 | ⑧ 32 |
| ⑨ 40 | ⑩ 80 | ⊕ 256 | |

問 3 ある放射性原子核の数が、時間 t_1 の間に崩壊して x_0 から x_1 に減った。
この原子核の半減期を求めなさい。

ハ

ハの選択肢

① $\frac{x_0 t_1}{2x_1}$

② $\frac{x_1 t_1}{2x_0}$

③ $\frac{x_1 t_1}{x_0}$

④ $\frac{(x_0 - x_1)t_1}{x_0}$

⑤ $\frac{x_0 t_1}{(x_0 - x_1)}$

⑥ $\frac{x_1 t_1}{(x_0 - x_1)}$

⑦ $\frac{t_1}{\log_2\left(\frac{x_0}{x_1}\right)}$

⑧ $\frac{t_1}{\log_2\left(\frac{x_0}{x_0 - x_1}\right)}$

⑨ $\frac{t_1}{\log_2\left(\frac{x_0 - x_1}{x_1}\right)}$

Windom