

2021年度 横浜市立大学 理学部

特別選抜入学試験

【海外帰国生／国際バカロレア／科学オリンピック／外国人留学生／社会人】

小論文問題

【注意事項】

1. 試験時間は90分である。
2. 試験開始の合図まで、この問題冊子を開いてはいけない。ただし、表紙はあらかじめよく読んでおくこと。
3. 問題の印刷は1ページから5ページまでである。
4. 解答用紙は3枚で、科目ごとに別の用紙である。
5. 試験問題は〔Ⅰ〕物理，〔Ⅱ〕化学，〔Ⅲ〕生物からなる。〔Ⅰ〕～〔Ⅲ〕から2つの科目を選択し解答すること。
6. 試験開始後、すべての解答用紙に受験番号と氏名を所定の欄に記入すること。
7. 問題冊子に落丁，乱丁，印刷不鮮明な箇所等があった場合および解答用紙が不足している場合は，手をあげて監督者に申し出ること。
8. 解答は必ず解答用紙の指定された箇所に記入すること。解答用紙の裏面に記入してはいけない。
9. 問題番号に対応した解答用紙に解答していない場合は，採点されない場合もあるので注意すること。
10. 問題冊子の中の白紙部分は下書き等に使用してよい。
11. 解答用紙を切り離したり，持ち帰ってはいけない。解答しない科目の解答用紙には大きく ^{バツ} × をつけて提出すること。
12. 試験終了まで退室を認めない。試験中の気分不快やトイレ等，やむを得ない場合には，手をあげて監督者を呼び，指示に従うこと。
13. 試験終了後は問題冊子を持ち帰ること（面接時に使用するため保管しておくこと）。

〔 I 〕 物理

(1) 図1のように水平な床から h の高さに天井がある。床から質量 m のボールを垂直に投げ上げることを考える。床とボールとの間の反発係数は1であるが、天井とボールとの間の反発係数は e である ($0 < e < 1$)。重力加速度を g とし、空気抵抗およびボールの大きさは無視する。以下の問いに答えなさい。

(ア) ボールが天井に届くために必要な最低の投上げ初速度 v_c の大きさを求めなさい。

ボールを v_c より大きい初速度 v_0 で投げ上げた。

(イ) 天井に1回目にあたる直前のボールの速さを求めなさい。

(ウ) 天井に1回あたって落ちてきたボールが床ではね返った直後の速さ v_1 を求めなさい。

(エ) 天井に n 回あたって落ちてきたボールが床ではね返った直後の速さを v_n とする。天井に $n+1$ 回あたって落ちてきたボールが床ではね返った直後の速さ v_{n+1} を v_n で表した漸化式を求めなさい。

(オ) (エ) で求めた漸化式を解くことで、 v_n を求めなさい。

(カ) ボールが投げ上げられてから十分時間が経ったとき (ボールが天井にあたった回数が十分大きくなったとき) までに、ボールが天井に与えた力積の総和を求めなさい。

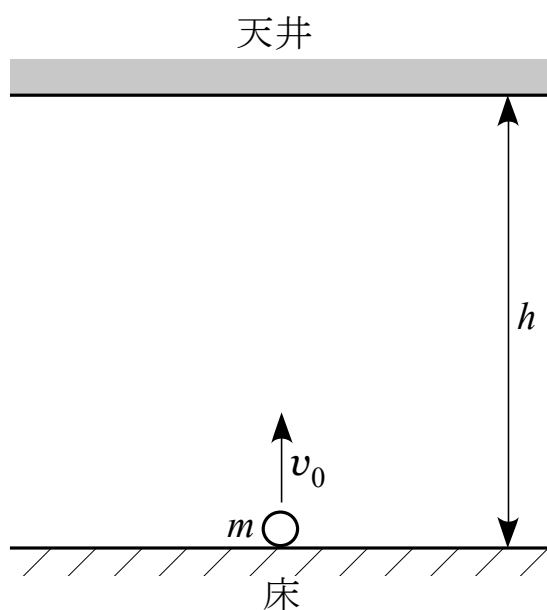


図1

(2) 図2(a)のように、ピストンシリンダーに物質量 n の単原子分子理想気体が入っている。ピストンの断面積は S で外部にはバネ定数 k のバネが取り付けられている。ピストンシリンダーは断熱材で作られておりシリンダー内の気体は外部と熱のやり取りはない。シリンダー内にはヒーターが取り付けられている。初めシリンダー内の気体の温度は T_0 で、ばねは自然長であった。外部の大気圧を P_0 、気体定数を R とする。

(ア) 気体の体積を求めなさい。

ヒーターにより気体を加熱したところ、図2(b)のようにピストンが図2(a)の位置から l だけ右に移動した。

(イ) このときの気体にかかっている圧力を求めなさい。

(ウ) このときの気体の温度を求めなさい。

(エ) ピストンの移動により気体がした仕事を求めなさい。

(オ) ヒーターが気体に与えた熱量を求めなさい。

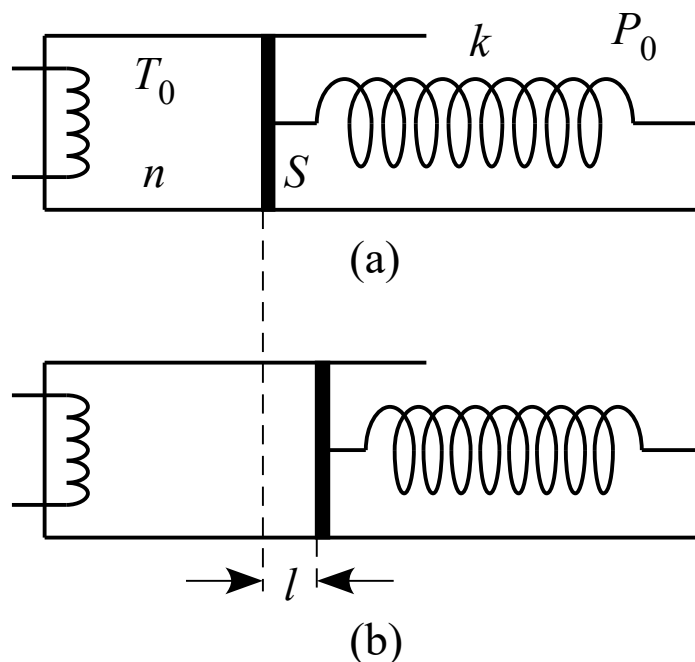


図2

〔Ⅱ〕 化学

以下の問いに答えなさい。

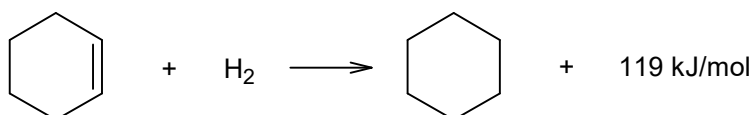
(1) 次の分子の電子式を，例にならって示しなさい。(例：H₂の電子式は H:H)

(ア) CO₂ (イ) H₂O (ウ) N₂ (エ) CH₄

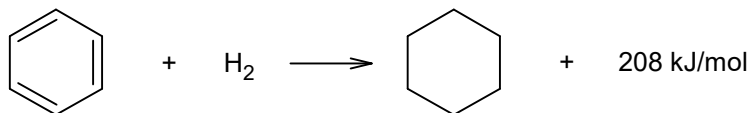
(2) 0.30 mol/L の酢酸 50 mL と 0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 50 mL を混合した水溶液について，この混合溶液の pH を計算して求めなさい。

ただし，25 °C の酢酸の電離定数を 2.7×10^{-5} mol/L， $\log_{10}2=0.30$ ， $\log_{10}3=0.48$ とする。

(3) シクロヘキセンに水素を付加してシクロヘキサンにすると，119 kJ の発熱がある。



3 個の C=C 結合と 3 個の C-C 結合でできた仮想的な分子 1,3,5-シクロヘキサトリエン 1 mol に水素 3 mol が付加するときには， kJ/mol の発熱があると予想される。一方，ベンゼン 1 mol に 3 mol の水素を付加させると，208 kJ/mol の発熱がある。



以上より，ベンゼンは 1,3,5-シクロヘキサトリエンに比べて， kJ/mol 分だけ保有しているエネルギーが少なく，安定であることがわかる。このエネルギーの安定化は，電子の非局在化によるものであり，ベンゼンの共鳴エネルギーと呼ばれている。

(ア) を計算して求めなさい。

(イ) を計算して求めなさい。

〔Ⅲ〕 生物

(1) 次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

真核生物の細胞内において、転写は核内で行われる。遺伝子の転写開始部位の付近には、転写の開始に関与する DNA 領域が存在する。この領域は **a** と呼ばれる。**a** には基本転写因子と呼ばれる複数のタンパク質が結合し、これらを認識して **b** が相互作用すると転写開始点から RNA 鎖が合成され、転写は開始される。**b** が RNA のヌクレオチド鎖を合成する方向は **X** である。真核生物の細胞では、RNA 鎖が合成された後に一部分が取り除かれ連結される現象が生じる。この現象を **c** と呼ぶ。この時、取り除かれる領域を **d**、それ以外の部分を **e** と呼ぶ。そして、**c** が完了した RNA 鎖を **f** と呼ぶ。

(ア) 文章中の空欄 **a** ～ **f** に適当な語句を入れなさい。

(イ) **X** に当てはまるものを下記の番号①～④から選び、番号で答えなさい。

- ① 5'→3'
- ② 3'→5'
- ③ 3'→4'→5'
- ④ 5'→4'→3'

(ウ) 転写によって生じた RNA 鎖に対する **c** 以外の修飾を一つあげ、その機能について解答用紙の枠内で説明しなさい。

(エ) mRNA を構成する代表的な塩基 4 種類の名称をそれぞれ答えなさい。また、遺伝暗号表に何通りのコドンが存在するかを計算式を示して答えなさい。

(オ) タンパク質合成を開始するコドンを記し、これが指定するアミノ酸を記しなさい。

(カ) 下記枠内の語句をすべて用いて、翻訳の開始から終了までの過程を解答用紙の枠内で説明しなさい。

リボソーム	mRNA	開始コドン	アンチコドン
tRNA	ペプチド結合	終止コドン	

(2) 次の文章を読み，以下の問いに答えなさい。

酵素が作用する物質を基質と呼び，酵素は基質に対して特定の化学反応を促進する。酵素反応が起こる際，酵素が基質と結合する酵素内の部分は と呼ばれ，酵素に固有の立体構造を持っている。(A)通常，ある酵素は特定の基質に対して特異的に作用する。酵素は，その作用を発揮するために と呼ばれる低分子有機物を必要とする場合がある。

一般に化学反応では，物質は反応の起こりやすい状態を経て反応物へと変化するが，この状態へと変化させるために必要となるエネルギーは と呼ばれる。(B)酵素反応では一般的に温度が上昇すると反応速度が大きくなるが，(C)一定の温度を超えると急に反応速度が低下する。

(ア) 文章中の空欄 ～ に適当な語句を入れなさい。

(イ) 下線部 (A) について，その理由を解答用紙の枠内で説明しなさい。

(ウ) 下線部 (B) について，その理由を解答用紙の枠内で説明しなさい。

(エ) 下線部 (C) について，その理由を解答用紙の枠内で説明しなさい。