

プログラム	材料科学 プログラム
受験番号	

令和4年度
新潟大学工学部第3年次編入学
学 力 試 験

試験科目	専門基礎科目	全13頁 (表紙を除く)
------	--------	-----------------

注意事項

1. この表紙を含め、全ての試験用紙左上の所定欄に受験番号を記入してください。
2. 解答はその問題と同一の試験用紙に記入してください。解答スペースが足りない場合は、「(裏面に続く)」と明記したうえで、その用紙の裏に続けて解答してください。
3. 物理学基礎または化学基礎を選択して、選択した科目のすべての問題を解答してください。
4. 選択した科目を下記の記入欄に○印で示してください。両方に○印を付けないでください。○印の科目の答案を採点します。

科目	問題番号	○印
物理学基礎 (1～7頁)	[I] [II] [III]	
化学基礎 (8～13頁)	[I] [II]	

プログラム	材料科学 プログラム
受験番号	

令和4年度
新潟大学工学部第3年次編入学
学 力 試 験

解答は各問とも必ずこの試験用紙に記入すること

試験科目	専門基礎科目 (物理学基礎)	1 / 13 頁
------	----------------	----------

〔1〕真空中で、原点に電荷 q_1 の点電荷 Q_1 を置く。真空の誘電率を ϵ_0 として、以下の設問(1)～(7)に答えよ。

(1) 原点から距離 $|r|$ にある任意の点の位置ベクトルを r とする。 r における電場 $E(r)$ の大きさをガウスの法則を用いて求めよ。

(2) 前設問(1)の $E(r)$ と同じ向きの単位ベクトルを書け。

(3) 設問(1)と(2)の結果を用いて $E(r)$ を書け。

(4) 次に、任意の位置 r_2 に電荷 q_2 の点電荷 Q_2 を置く。 Q_2 に作用する力 $F(r_2)$ の大きさを求めよ。

プログラム	材料科学 プログラム
受験番号	

令和4年度
新潟大学工学部第3年次編入学
学 力 試 験

解答は各問とも必ずこの試験用紙に記入すること

試 験 科 目	専門基礎科目 (物理学基礎)	2 / 13 頁
---------	----------------	----------

- (5) Q_2 を r_2 から微小な距離 Δr だけ準静的に原点に近づけた。このとき、外力がした仕事 ΔW を書け。
- (6) Q_2 を無限遠から r_2 まで準静的に原点に近づけた場合、外力がした仕事 W を求めよ。
- (7) $q_2 = -q_1$ とし、 $|r_2|$ が0に近い値とみなせる場合、このような2つの電荷の対は何と呼ばれているかを書け。

プログラム	材料科学 プログラム
受験番号	

令和4年度
新潟大学工学部第3年次編入学
学 力 試 験

解答は各問とも必ずこの試験用紙に記入すること

試 験 科 目	専門基礎科目 (物理学基礎)	3 / 13 頁
---------	----------------	----------

〔Ⅱ〕電圧 V_0 の直流電源、抵抗 R の抵抗器、静電容量 C のコンデンサーを直列に接続した電気回路を考える。以下の設問

(1) ~ (7) に答えよ。

(1) 時刻 t におけるコンデンサー両端の電位差 $V_C(t)$ とコンデンサーに充電されている電荷 $Q(t)$ との関係を表す式を書け。

(2) 前設問 (1) の $Q(t)$ と回路を流れる電流 $I(t)$ の関係を表す式を書け。

(3) キルヒホッフの法則を用い、 V_0 と、 $Q(t)$ 、 C および R の関係を表す式を書け。

(4) $Q(t) = CV_0$ は前設問 (3) の式を満たすことを示せ。

(5) 設問 (3) および (4) で得られた結果を用いて $Q(t)$ を求めよ。ただし、 $Q(0) = 0$ とする。

プログラム	材料科学 プログラム
受験番号	

令和4年度
新潟大学工学部第3年次編入学
学 力 試 験

解答は各問とも必ずこの試験用紙に記入すること

試 験 科 目	専門基礎科目 (物理学基礎)	4 / 13 頁
---------	----------------	----------

- (6) 前設問 (5) で得られた $Q(t)$ を t で微分することによって回路に流れる電流,

$$I(t) = \frac{V_0}{R} \exp\left(-\frac{1}{RC}t\right),$$

が得られる。微小時間 Δt に抵抗器で消費するエネルギー ΔW_R を求めよ。

- (7) $Q(0) = 0$ の状態から、コンデンサーに完全に充電するまでに直流電源が消費するエネルギー W を求めよ。

プログラム	材料科学 プログラム
受験番号	

令和4年度
新潟大学工学部第3年次編入学
学 力 試 験

解答は各問とも必ずこの試験用紙に記入すること

試験科目	専門基礎科目 (物理学基礎)	5 / 13 頁
------	----------------	----------

〔Ⅲ〕 図1のように、水平面からの角度 θ_L のなめらかな斜面があり、水平方向を x 軸、鉛直方向を y 軸とする。時刻 $t = 0$ において、その斜面上の原点 O から質量 m の小球を初速度の大きさ v_0 、初速度と水平面のなす角 θ_0 ($\theta_0 > \theta_L$)で斜方投射した。その後、斜面の頂上の手前で、斜面との弾性衝突があった。その時刻は $t = t_1$ であった。任意の時刻 t において、小球の位置ベクトルを $\mathbf{r}(t) = (x(t), y(t))$ 、速度ベクトルを $\mathbf{v}(t) = (v_x(t), v_y(t))$ とおく。重力加速度の大きさは g として、以下の設問(1)と(2)に答えよ。

(1) 時刻 $0 < t < t_1$ における小球の運動に関する問①～④に答えよ。

① 時刻 t_1 直前までの時刻 t における x 方向と y 方向の各運動方程式を書け。

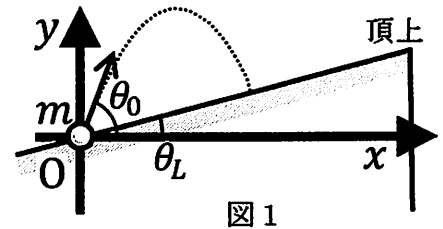


図1

② 速度ベクトル $\mathbf{v}(t)$ の x 成分 $v_x(t)$ と y 成分 $v_y(t)$ を求めよ。

③ 前問②の結果を用いて、時刻 t の位置ベクトル $\mathbf{r}(t)$ の x 成分 $x(t)$ と y 成分 $y(t)$ を求めよ。

④ 前問③の結果と角度 θ_L の関係から時刻 t_1 を式で表せ。

プログラム	材料科学 プログラム
受験番号	

令和4年度
新潟大学工学部第3年次編入学
学 力 試 験

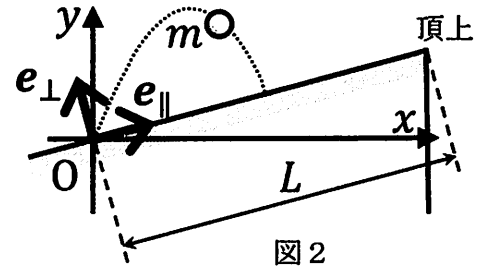
解答は各問とも必ずこの試験用紙に記入すること

試験科目	専門基礎科目 (物理学基礎)	6 / 13 頁
------	----------------	----------

(2) 図2のように、原点から斜面の頂上までの距離を L とし、斜面に平行な単位ベクトルおよび垂直な単位ベクトルをそれぞれ e_{\parallel} および e_{\perp} とおくことにする。このとき、小球の運動に関する問①～④に答えよ。

- ① $0 < t < t_1$ において、小球が受ける力 F は次式で表せることを説明せよ。

$$F = -(mg \sin \theta_L) e_{\parallel} - (mg \cos \theta_L) e_{\perp}$$



- ② $0 < t < t_1$ において、速度ベクトル $v(t)$ を求め、前問①の力 F と同様に e_{\parallel} と e_{\perp} の2つの項の和で表せ。ただし、初速度 $v(0)$ は $v(0) = \{v_0 \cos(\theta_0 - \theta_L)\} e_{\parallel} + \{v_0 \sin(\theta_0 - \theta_L)\} e_{\perp}$ であることを用いよ。

- ③ 前問②の結果を用いて衝突直後の速度ベクトル $v(t_1)$ を求めよ。

新潟大学工学部

プログラム	材料科学 プログラム
受験番号	

令和4年度
新潟大学工学部第3年次編入学
学 力 試 験

解答は各問とも必ずこの試験用紙に記入すること

試験科目	専門基礎科目 (物理学基礎)	7 / 13 頁
------	----------------	----------

- ④ 時刻 $t > t_1$ での小球の運動において、小球が距離 L にある頂上を超えるための初速度の条件を求めよ。なお、 $r(t)$ の e_1 成分は内積 $r(t) \cdot e_1$ であることに注目せよ。

プログラム	材料科学 プログラム
受験番号	

令和4年度
新潟大学工学部第3年次編入学
学 力 試 験

解答は各問とも必ずこの試験用紙に記入すること

試験科目	専門基礎科目 (化学基礎)	8 / 13 頁
------	---------------	----------

〔I〕 次の設問 (1) ~ (3) に答えよ。

(1) 次の文章を読み、問①~⑤に答えよ。

分子間に働く弱い引力は、発見者であるオランダの物理学者の名前をとって (ア) とよばれる。CH₄ 等の 14 族元素の水素化合物は、いずれも (a) 無極性分子 で正四面体構造をとる。このような構造的に類似した分子では、 (b) 分子量が大きいほど (ア) が強くなり、沸点や融点が高くなる。分子量の類似した 14 から 17 族元素の水素化合物 (CH₄, NH₃, H₂O, HF) の沸点を比較すると、 (c) 14 族元素の水素化合物よりも 15 から 17 族の水素化合物の方が高い。一方、分子同士が (ア) により規則正しく配列してできた固体を分子結晶とよぶ。一般的に、 (d) 分子結晶の融点は低い。

①文章中の (ア) に入る最も適切な語句を解答欄に書け。

②下線(a)について、CH₄ の分子構造と個々の C-H 結合の双極子モーメントをそれぞれ図示し、分子全体として無極性となることを示せ。ただし、双極子モーメントは、負電荷から正電荷に向かう矢印で表記するものとする。

③下線(b)のようになる理由を説明せよ。

④下線(c)の理由を説明せよ。

⑤下線(d)の理由を説明せよ。

【解答欄】

①	ア	
②		
③		
④		
⑤		

プログラム	材料科学 プログラム
受験番号	

令和4年度
新潟大学工学部第3年次編入学
学 力 試 験

解答は各問とも必ずこの試験用紙に記入すること

試 験 科 目	専門基礎科目 (化学基礎)	9 / 13 頁
---------	---------------	----------

(2) Pb および PbO₂ を希硫酸 H₂SO₄ に浸し、鉛蓄電池を組み立てた。以下の問①～⑤に答えよ。ただし、分子量は、H = 1, O = 16, S = 32, Pb = 207 とする。ファラデー定数は、96,500 C mol⁻¹ とする。

- ①正極と負極で起こるイオン反応式を電子 e⁻ を含めて、それぞれ答えよ。
- ②鉛蓄電池の全反応式を答えよ。
- ③5 A の電流で 386 秒間放電させた。正極、負極の質量は、何 g 増加または減少するか、それぞれ答えよ。変化しない場合は変化なしと書け。計算の過程も示せ。
- ④表 1 の値を用い、25 °C における鉛蓄電池の起電力 E を答えよ。計算の過程も示せ。

表 1 25 °C における標準生成ギブズエネルギー

物質	$\Delta_f G^\circ / \text{kJ mol}^{-1}$	物質	$\Delta_f G^\circ / \text{kJ mol}^{-1}$
固体		液体	
Pb	0	H ₂ O	-237
PbO ₂	-216	H ₂ SO ₄	-744
PbSO ₄	-808		

- ⑤鉛蓄電池は、放電するに伴い、起電力が低下する。その理由を答えよ。

【解答欄】

①	正極	
	負極	
②		
③	正極	(計算の過程)
		答
③	負極	(計算の過程)
		答
④	(計算の過程)	
		答
⑤		

プログラム	材料科学 プログラム
受験番号	

令和4年度
新潟大学工学部第3年次編入学
学 力 試 験

解答は各問とも必ずこの試験用紙に記入すること

試 験 科 目	専門基礎科目 (化学基礎)	10 / 13 頁
---------	---------------	-----------

(3) $1.0 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$ の Al^{3+} の水溶液 1 L に NaOH 水溶液を添加していくと、(a)白色沈殿が生じる。さらに NaOH 水溶液を加えると、沈殿はテトラヒドロキシドアルミン酸イオン $\text{Al}(\text{OH})_4^-$ となって溶解する。関係式 A が成り立つものとして、問①～③に答えよ。ただし、加えた NaOH 水溶液の体積は無視してよい。

$$\text{溶解度積 } K_{sp} = [\text{Al}^{3+}][\text{OH}^-]^3 = 1.0 \times 10^{-33} [\text{mol L}^{-1}]^4 \quad \text{式 A}$$

- ①下線(a)の白色沈殿が生じる際の化学反応式を答えよ。
- ②下線(a)の白色沈殿が生じはじめるときの pH を答えよ。計算の過程も示せ。
- ③ Al^{3+} の場合と同様、NaOH 水溶液を加えていくと沈殿が生じ、さらに過剰に加えると沈殿が溶解するイオンを次の中から全て選べ。 Zn^{2+} , Cu^{2+} , Ag^+

【解答欄】

①			
②	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> (計算の過程) </div>		
③	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%; text-align: center;">答</td> <td></td> </tr> </table>	答	
答			

プログラム	材料科学 プログラム
受験番号	

令和4年度
新潟大学工学部第3年次編入学
学 力 試 験

解答は各問とも必ずこの試験用紙に記入すること

試験科目	専門基礎科目 (化学基礎)	11 / 13頁
------	---------------	----------

〔Ⅱ〕 次の設問 (1) ~ (3) に答えよ。

(1) アルデヒドに関する以下の文章を読み、問①~⑤に答えよ。

アルデヒドを酸触媒の存在下でアルコールと加熱すると、アルコールはカルボニル基に求核付加して (ア) となる。さらに (ア) はもう1分子のアルコールと反応して (イ) となる。 α 位に水素を有するアルデヒドは塩基性条件下では α 位の水素が脱離して (ウ) イオンを生成する。(ウ) イオンは求核剤としてはたつき、別のアルデヒドのカルボニル基へ付加する。この反応は (エ) とよばれ、有用な炭素-炭素結合生成反応として知られる。アルデヒドを水素化ホウ素ナトリウムで還元すると (オ) が得られ、アルデヒドを Jones 試薬で酸化すると (カ) が得られる。

- ①文章中の (ア) ~ (カ) に入る最も適切な語句を書け。
- ②ブタナールと過剰のメタノールを酸触媒で反応させたときの反応式を書け。
- ③アセトアルデヒドを塩基性条件下で反応させたときの反応式を書け。
- ④2-ブテナールを水素化ホウ素ナトリウムで還元したときの生成物の構造式を書け。
- ⑤アセトアルデヒドをエチレンから工業的に生産する方法について説明せよ。

【解答欄】

①	ア		イ		ウ	
	エ		オ		カ	
②						
③						
④						
⑤						

プログラム	材料科学 プログラム
受験番号	

令和4年度
新潟大学工学部第3年次編入学
学 力 試 験

解答は各問とも必ずこの試験用紙に記入すること

試験科目	専門基礎科目 (化学基礎)	12 / 13 頁
------	---------------	-----------

(2) 高分子に関する以下の文章を読み、問①～⑤に答えよ。

二価カルボン酸と二価アミンを縮合重合させると、それぞれの（ア）基と（イ）基から水分子が取れて、多数の（ウ）結合が生じ、鎖状の重合体が生成する。この重合体は多数の（ウ）結合を有するため、（エ）とよばれる。（エ）は（ウ）結合を有する環状化合物からも合成される。たとえば、カプロラクタムに少量の水を加えて加熱すると、環の（ウ）結合の部分が開いて鎖状に結合した重合体が得られる。このような環状化合物の結合を開いて重合体を合成する方法を（オ）という。ベンゼン環が（ウ）結合でつながった高分子化合物を（カ）という。（カ）は引張強度や耐熱性が高く、防弾服や防火服などに用いられている。

- ①文章中の（ア）～（カ）に入る最も適切な語句を書け。
- ②アジピン酸とヘキサメチレンジアミンを加熱しながら、生成する水を除去して得られる重合体の構造式を書け。
- ③カプロラクタムから（オ）の重合法で得られる重合体の構造式を書け。
- ④③の重合体の重合度 n が 200 の場合、分子量を計算せよ。計算の過程も書け。
原子量は $H=1.0, C=12.0, N=14.0, O=16.0$ とし、分子量は有効数字 2 桁で答えよ。
- ⑤テレフタル酸と p -フェニレンジアミンから合成される（カ）の高分子化合物の構造式を書け。

【解答欄】

①	ア		イ		ウ	
	エ		オ		カ	
②						
③						
④	(計算の過程)					
						答
⑤						

プログラム	材料科学 プログラム
受験番号	

令和4年度
新潟大学工学部第3年次編入学
学 力 試 験

解答は各問とも必ずこの試験用紙に記入すること

試 験 科 目	専門基礎科目 (化学基礎)	13 / 13 頁
---------	---------------	-----------

(3) 生体分子に関する以下の文章を読み、問①～④に答えよ。

アミノ酸2分子が脱水縮合して結合した分子を (ア), 多数のアミノ酸が脱水縮合により鎖状に結合した分子を (イ) という。タンパク質は (イ) の構造が基本となっている。タンパク質分子のアミノ酸配列を一次構造という。その配列は遺伝子の実体である DNA の情報により決定される。タンパク質の鎖状分子は (ウ) 結合の部分で水素結合を形成することにより、(a)二次構造と呼ばれる部分的に規則的な立体構造をとる。二次構造を形成した (イ) が、2個のシステイン残基から生成する (エ) 結合や、電荷を有するアミノ酸残基どうしの (オ) 結合などで、分子内につながって形成する立体構造を三次構造という。三次構造をもつ複数の (イ) が一体となって四次構造を形成するタンパク質もある。タンパク質の水溶液に水酸化ナトリウム水溶液と硫酸銅 (II) 水溶液を加えると赤紫色を呈する。これを (カ) 反応という。

- ①文章中の (ア) ~ (カ) に入る最も適切な語句を書け。
- ②下線(a)について、規則的な二次構造には2種類ある。それらの名称を書け。
- ③2個のシステイン分子が (エ) 結合で結合した分子の構造式を書け。不斉炭素には*を付けよ。
- ④細胞内で DNA の情報からタンパク質が合成される過程を文章で説明せよ。

【解答欄】

①	ア		イ		ウ	
	エ		オ		カ	
②						
③						
④						