

新潟大学工学部

学 科	機能材料工学科
受験番号	

平成28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 8 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)」と明記した上で、その用紙の裏に続けて解答してください。

新潟大学工学部

学 科	機能材料工学科
受験番号	

平成28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 / 8 頁
---------	----------------	---------

[I] 質量 m と m' の質点を M, M' とする。 M' が原点に固定され、 M の位置ベクトルを \mathbf{r} とすると、 M に作用する万有引力は、

$$\mathbf{F}(\mathbf{r}) = -G \frac{mm'}{r^2} \frac{\mathbf{r}}{r}$$

である。ここで G は万有引力定数、 $r = |\mathbf{r}|$ である。 xy 平面内における M の運動に関する以下の設問(1)～(9)に答えよ。

(1) $\mathbf{F}(\mathbf{r})$ が保存力であることを利用して、 r における M のポテンシャル・エネルギー $U(r)$ を求めよ。ここで、 $r = \infty$ のポテンシャル・エネルギーを0とする。

(2) M の速度を \mathbf{v} とする。原点まわりの M の角運動量 \mathbf{L} を \mathbf{r} と \mathbf{v} を用いて表せ。

(3) 前設問(2)の \mathbf{L} の時間微分がゼロになることを示せ。

(4) 平面極座標の r 方向の単位ベクトルを \mathbf{e}_r 、 x 軸からの角度方向の単位ベクトルを \mathbf{e}_θ とすると $\mathbf{r} = r\mathbf{e}_r$ である。 $\mathbf{v} = \dot{\mathbf{r}}$ を \mathbf{e}_r と \mathbf{e}_θ を用いて表せ。必要な場合は $\dot{\mathbf{e}}_r = \dot{\theta}\mathbf{e}_\theta$ 、 $\dot{\mathbf{e}}_\theta = -\dot{\theta}\mathbf{e}_r$ の関係を用いてよい。

(5) 前設問(4)の \mathbf{v} を時間で微分し、 \mathbf{e}_r 方向および \mathbf{e}_θ 方向に関する運動方程式が、それぞれ $m(\ddot{r} - r\dot{\theta}^2) = -G \frac{mm'}{r^2}$

および $\frac{m}{r} \frac{d}{dt}(r^2\dot{\theta}) = 0$ であることを示せ。

新潟大学工学部

学 科	機能材料工学科
受験番号	

平成28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 / 8 頁
---------	----------------	---------

(6) 前設問 (5) の結果から $h = r^2\dot{\theta}$ の時間微分はゼロである。 h が単位質量あたりの角運動量の大きさ $\left|\frac{L}{m}\right|$ に等しいことを示せ。

(7) 設問 (5) の結果から, e_r 方向の運動は有効ポテンシャルが $U_{\text{eff}}(r) = U(r) + \frac{mh^2}{2r^2}$ の1次元の運動と見なすことができる。 $\frac{1}{2}m\dot{r}^2 + U_{\text{eff}}(r)$ の時間微分がゼロとなることを示せ。

(8) $U_{\text{eff}}(r)$ が極小を示す r を求め, $U_{\text{eff}}(r)$ の概略を図示せよ。

(9) $U_{\text{eff}}(r)$ が極小となる M の運動はどのような運動か答えよ。

新潟大学工学部

学 科	機能材料工学科
受験番号	

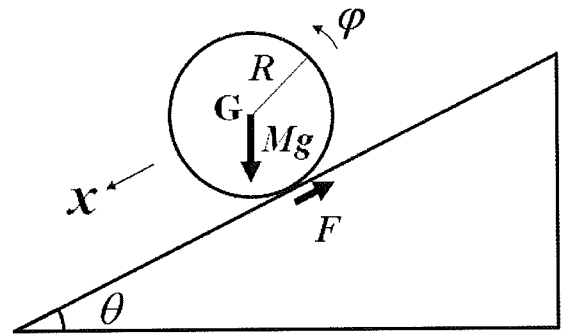
平成28年度
新潟大学工学部第3年次編入学
学 力 試 験

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 / 8 頁
---------	----------------	---------

〔Ⅱ〕以下の設問(1)～(3)に下線部に注意して答えよ。

- (1) 右図に示すように質量 M 、半径 R の円柱が水平面と角 θ をなす斜面の上を滑らずに転がり落ちる運動を考える。
重力加速度を g とする。以下の問①～④に答えよ。



①円柱の重心 G に働く重力を Mg 、斜面との接触点で働く摩擦力を F とする。この円柱の重心の運動に関する方程式の斜面に沿った成分を書け。なお、斜面に沿って下向きに x 軸をとるとする。

②中心軸のまわりの回転角を φ 、中心軸のまわりの慣性モーメントを I とする。回転に関する運動方程式を書け。

③滑らずに回転していることから x と φ の関係を書け。

新潟大学工学部

学 科	機能材料工学科
受験番号	

平成28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 / 8 頁
---------	----------------	---------

④問①～③の結果を使って、円柱の重心の x 軸方向の加速度を g と θ を用いて表せ。

なお、円柱の慣性モーメントは $I = MR^2/2$ である。

(2) 質量 M , 半径 R の中空の円筒の慣性モーメントは $I = MR^2$ で表される。設問 (1) と同様の斜面の上を滑らずに転がり落ちる場合、円柱と円筒でどちらが速く転がり落ちるか理由とともに述べよ。

(3) 質量 M , 半径 R の円柱が設問 (1) と同様の斜面の上を転がらずに滑り落ちる場合の x 軸方向の加速度を書け。

新潟大学工学部

学 科	機能材料工学科
受験番号	

平成28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)	5 / 8 頁
---------	---------------	---------

[I] 次の設問(1)～(4)に答えよ。

(1) 次の文章を読み、(A)～(D)に当てはまる適当な語句または数字を入れよ。ただし、銅の原子量は63、アボガドロ定数は $6.0 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ とする。

金属結合によって原子が規則正しく配列した結晶を金属結晶という。結晶はある最小単位の繰り返し構造であり、この最小単位を(A)とよぶ。銅の(A)は面心立方であり、原子の配位数は(B)である。一方、(A)中に存在する銅原子の数は(C)個であるため、(A)の1辺の長さを 3.6 \AA とした場合、その密度を有効数字2桁で表すと(D) g cm^{-3} となる。

解答欄

(A)		(B)	
(C)		(D)	

(2) 次の問①～③に答えよ。

- ① 酢酸の水溶液中でのプロトン移動平衡を書き、共役な酸-塩基対を全て示せ。
- ② ある弱酸の水溶液を強塩基の水溶液で滴定した。当量点における溶液のpHは酸性、中性、塩基性のいずれを示すと予想されるか。その理由も説明せよ。
- ③ ②の滴定において、当量点までの中間点のpHは5であった。この弱酸の酸性度定数(K_a)と $\text{p}K_a$ をそれぞれ示せ。

解答欄

①		②	
③			

新潟大学工学部

学 科	機能材料工学科
受験番号	

平成28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)	6 / 8 頁
---------	---------------	---------

(3) 14族元素に関する次の問①～④に答えよ。

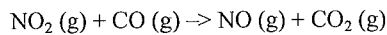
- ① 14族元素は、Ge, Pb, C, Si, Snである。原子番号の小さい順に不等号を用いて並べよ。
- ② 一つの例外を除き、これらの元素の最も一般的な酸化数は+IVである。例外となる元素とその酸化数を答えよ。また、他の元素と異なる酸化数が安定である理由を示せ。
- ③ 酸素が還元され、水が生成する化学反応式を示せ。
- ④ ③を用い、Sn(II)塩が湿った空气中で酸化する化学反応式を示せ。標準状態において、反応が自発的に進行するかどうか答えよ。その際、標準酸化還元電位 (E°) vs 標準水素電極 (SHE) はそれぞれ、 $E^\circ(\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}) = 1.23 \text{ V}$ および $E^\circ(\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}) = 0.15 \text{ V}$ とする。

解答欄

①		②	
③		④	

(4) 化学反応速度に関する次の問①と②に答えよ。なお、 k は速度定数、 $\ln 2 = 0.69$ とする。

- ① 次の反応における速度式は、反応速度 $= k[\text{NO}_2]^2$ であった。



$[\text{NO}_2]$ および $[\text{CO}]$ についての反応の次数をそれぞれ答えよ。

- ② 硫酸アンモニウム鉄(III)を触媒とする過酸化水素の分解反応を行った。反応速度は、過酸化水素の濃度に対して1次であった。過酸化水素の濃度が1/8になるまでの所要時間は600 sだった。この反応の k の値を求めよ。ただし、単位も含めて計算の過程も示せ。

解答欄

①		②	
---	--	---	--

新潟大学工学部

学 科	機能材料工学科
受験番号	

平成28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)	7 / 8 頁
---------	---------------	---------

[II] 次の設問(1)～(4)に答えよ。

(1) 有機化合物に関する次の問①～③に答えよ。

- ① 炭素、水素、酸素から構成される化合物20.0 mgを完全燃焼させると二酸化炭素38.5 mg、水23.4 mgが得られた。この化合物の組成式を求めよ。計算の過程も示せ。ただし、原子量は、H=1.0, C=12, O=16とする。
- ② この化合物は室温で液体であり、ナトリウムと反応して水素を発生した。この化合物の名称を答えよ。また、構造式を示せ。
- ③ この化合物について異性体の名称と構造式を示せ。

解答欄

①	(答) 組成式	
②	化合物名	構造式
③	異性体の名称	構造式

(2) ブタンに関する次の問①～③に答えよ。

- ① ブタンの構造式を示せ。
- ② ブタンの炭素2と炭素3の間の結合を中心軸としたNewman投影式では、2つのねじれ構造がある。それぞれの投影式と形の名称を示せ。
- ③ ②の2つの形のうち、構造が安定なのはどちらの形か、答えよ。また、その理由を説明せよ。

解答欄

①		
②	_____形	_____形
③	_____形 理由	

新潟大学工学部

学 科	機能材料工学科
受験番号	

平成28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 / 8 頁
---------	---------------	---------

(3) ポリアミドに関する次の問①～③に答えよ。

- ① 1,4-フェニレンジアミンとテレフタル酸からポリアミドを合成する反応の反応式を示せ。
- ② ①のポリアミドの特徴を6,6-ナイロンと比較して説明せよ。
- ③ 6-ナイロンを2.0 kg 合成するのにε-カプロラクタムは何モル必要か。有効数字2桁で答えよ。計算過程も示せ。
ただし、原子量は、H=1.0, C=12, N=14, O=16とする。

解答欄

①	
②	
③	(答)

(4) 酵素に関する次の問①～③に答えよ。

- ① 動物の肝臓には過酸化水素分解酵素が存在している。この酵素の名称を答えよ。さらに過酸化水素の分解反応の反応式を示せ。
- ② 補酵素の役割について説明せよ。
- ③ キウイやパイナップルにはタンパク質分解酵素が含まれる。これらのフルーツを使って、ゼラチンと寒天からそれぞれのゼリーを作ろうとしたところ、一方は固まったが、もう一方は固まらなかった。どちらのゼリーが固まらなかったのか、答えよ。また、その理由を説明せよ。

解答欄

①	名称	反応式
②		
③	理由	_____ゼリー