2019 北京通州高三二模

物　　理

2019 年 5 月

13．下列核反应方程中，属于 β 衰变的是（　　）

A．$^{234}_{90}\mathrm{Th}\rightarrow{}^{234}_{91}\mathrm{Pa}+{}^{0}_{-1}\mathrm{e}$

B．$^{2}_{1}\mathrm{H}+{}^{3}_{1}\mathrm{H}\rightarrow{}^{4}_{2}\mathrm{He}+{}^{1}_{0}\mathrm{n}$

C．$^{238}_{92}\mathrm{U}\rightarrow{}^{234}_{90}\mathrm{Th}+{}^{4}_{2}\mathrm{He}$

D．$^{14}_{7}\mathrm{N}+{}^{4}_{2}\mathrm{He}\rightarrow{}^{17}_{8}\mathrm{O}+{}^{1}_{1}\mathrm{H}$

14．分子动理论较好地解释了物质的宏观热力学性质。据此可判断，下列说法错误的是（　　）

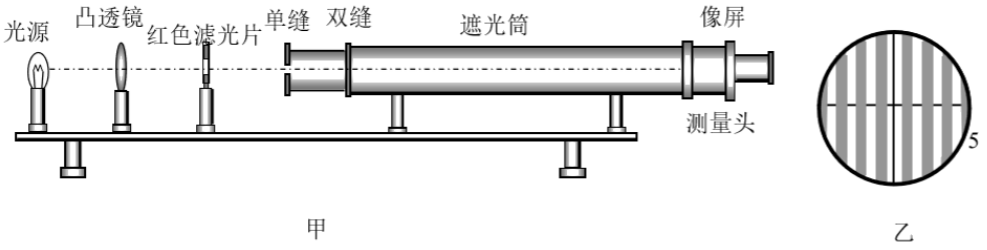
A．显微镜下观察到墨水中的小炭粒在不停地做无规则运动，这反映了液体分子运动的无规则性

B．分子间的相互作用力随着分子间距离的增大，一定先减小后增大

C．分子势能随着分子间距离的增大，可能先减小后增大

D．在真空、高温条件下，可以利用分子扩散向半导体材料掺入其它元素

15．在“用双缝干涉测光的波长”实验中，将所用器材按要求安装在如图甲所示的光具座上，然后接通电源使光源正常工作。像屏上出现的干涉条纹如图乙所示，下列操作中，一定可以使条纹间距变大的是（　　）



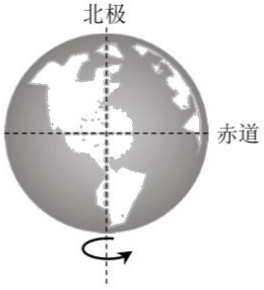
A．换一个紫色滤光片

B．换一个高聚焦凸透镜

C．增大单缝与双缝间的距离

D．增大双缝到像屏的距离

16．用传感器测量一物体的重力时，发现在赤道测得的读数与其在北极的读数相差大约 3‰。如图所示，如果认为地球是一个质量分布均匀的标准球体，下列说法正确的是（　　）



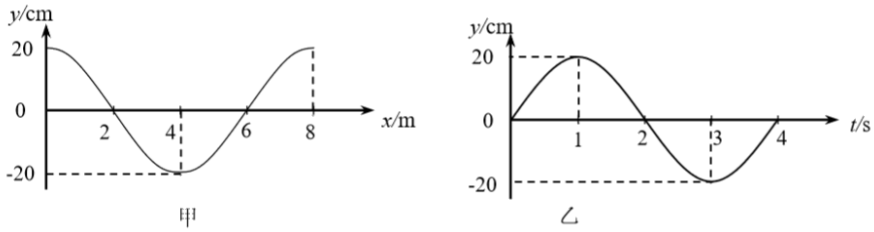
A．在北极处物体的向心力为万有引力的 3‰

B．在北极处物体的重力为万有引力的 3‰

C．在赤道处物体的向心力为万有引力的 3‰

D．在赤道处物体的重力为万有引力的 3‰

17．图甲为一简谐横波在 t=0 时刻的波形图像，图乙为横波中 x=2m 处质点 A 的振动图像，下列说法正确的是（　　）

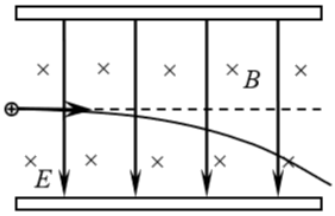


A．波的传播方向沿 x 轴负方向

B．波的传播速度大小为 2m/s

C．在 t=0 时刻，图甲中质点 A 的振动速度大小为 0

D．在 t=1s 时刻，图甲中质点 A 的位置坐标为（0，20）



18．如图所示，两平行金属板中有相互垂直的匀强电场和匀强磁场，一个 α 粒子从两板正中央垂直电场、磁场入射，它在金属板间运动轨迹如图中曲线所示，则在 α 粒子飞跃金属板间区域过程中（　　）

A．α 粒子的动能增大　　B．α 粒子的电势能增大

C．电场力对 α 粒子做负功　　D．磁场力对 α 粒子做负功

19．课堂上，老师演示了一个有趣的电磁现象：将一铝管竖立，把一块直径比铝管内径小一些的圆柱形的强磁铁从铝管上端由静止释放，强磁铁在铝管中始终与管壁不接触。可以观察到，相比强磁铁自由下落，强磁铁在铝管中的下落会延缓许多。



下课后，好奇的小明将一块较厚的泡沫塑料垫在电子秤上，再将这个铝管竖直固定在泡沫塑料上（用以消除电子秤内部铁磁性材料与磁铁相互作用的影响），如图所示，重复上述实验操作。在强磁铁由静止释放至落到泡沫塑料上之前，关于强磁铁的运动和受力情况，下列情况可能发生的是（　　）

A．先加速下落后减速下落　　B．始终做加速运动，且加速度不断增大

C．所受合力方向竖直向上　　D．所受铝管对它的作用力越来越大

20．实验表明：光子与速度不太大的电子碰撞发生散射时，光的波长会变长或者不变，这种现象叫康普顿散射，该过程遵循能量守恒定律和动量守恒定律。如果电子具有足够大的初速度，以至于在散射过程中有能量从电

子转移到光子，则该散射被称为逆康普顿散射，这一现象已被实验证实。关于上述逆康普顿散射，下列说法正确的是（　　）

A．相对于散射前的入射光，散射光在介质中的传播速度变大

B．若散射前的入射光照射某金属表面时能发生光电效应，则散射光照射该金属时，光电子的最大初动能将变大

C．散射后电子的速度一定变大

D．散射后电子的能量一定变大

21．（18 分）为测定电流表内电阻 R_g，实验中备用的器件有：

A．电流表（量程 0-100μA）

B．标准伏特表（量程 0-5V）

C．电阻箱（阻值范围 0-999Ω）

D．电阻箱（阻值范围 0-99999Ω）

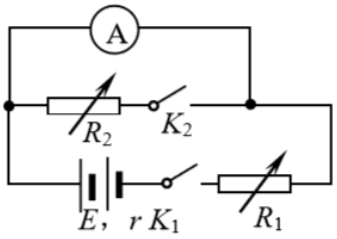
E．电源（电动势 2V）

F．电源（电动势 6V）

G．滑动变阻器（阻值范围 0-50Ω，额定电流 1.5A），还有若干开关和导线。

（1）如果采用如图所示的电路测定电流表 A 的内电阻并且想得到较高的精确度，那么从以上备用器件中，可变电阻 R_1 应选用_____，可变电阻 R_2 应选用_____，电源应选用_____（用字母代号填写）。

（2）如果实验时要进行的步骤有：



a．合上开关 K_1；

b．合上开关 K_2；

c．观察 R_1 的阻值是否最大，如果不是，将 R_1 的阻值调到最大；

d．调节 R_1 的阻值，使电流表指针偏转到满刻度；

e．调节 R_2 的阻值，使电流表指针偏转到满刻度的一半；

f．记下 R_2 的阻值。

把以上步骤的字母按实验的合理顺序为：_____。

（3）如果在步骤 f 中所得 R_2 的阻值为 600Ω，则图中电流表的内电阻 Rg 的测量值为_____Ω。

（4）如果再给出：H. 电源（电动势 8V）；I. 电源（电动势 12V）电源应选择_____（选填选项前的字母）。

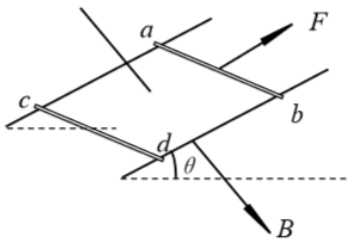
（5）某同学认为步骤 e 中不需要保证“电流表指针偏转到满刻度的一半”这一条件，也可测得的电流表内阻 R_g，请你分析论证该同学的判断是否可行。

22. （16 分）如图所示，在匀强磁场中倾斜放置电阻不计的两根平行光滑金属导轨，金属导轨与水平面成 $=37$ 角，平行导轨间距 $L=1.0$ m。匀强磁场方向垂直于导轨平面向下，磁感应强度 $B=1.0$T。两根金属杆 ab 和 cd 可以在导轨上无摩擦地滑动。两金属杆的质量均为 $m=0.20$ kg，ab 杆的电阻为 $R_1=1.0\Omega$，cd 杆的电阻为 $R_2=2.0\Omega$。若用与导轨平行的拉力 F 作用在金属杆 ab 上，使 ab 杆匀速上滑并使 cd 杆在导轨上保持静止，整个过程中两金属杆均与导轨垂直且接触良好。取重力加速度 $g=10\text{m/s}^2$，$\sin 37^\circ=0.6$，$\cos 37^\circ=0.8$。求：

（1）ab 杆上滑的速度 v 的大小；

（2）ab 杆两端的电势差 U_{ab}；

（3）0.5s 的时间内通过 cd 杆的电量 q。

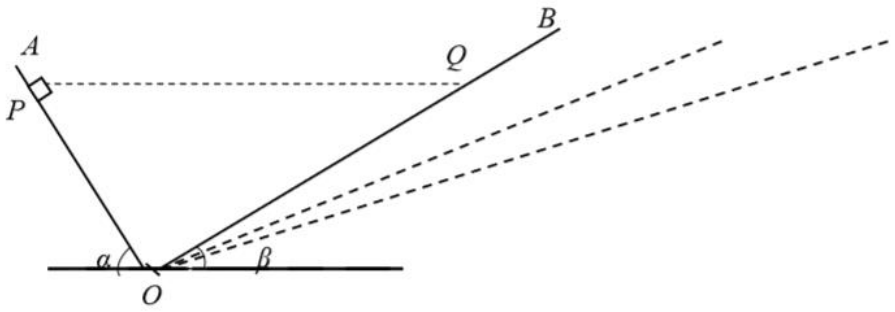


23．（18 分）如图所示，足够长的平直轨道 AO 和 OB 底端平滑对接，将它们固定在同一竖直平面内，两轨道与水平地面间的夹角分别为 α（固定不变）和 β（可取不同的值），且 $\alpha>\beta$，现将可视为质点的一小滑块从左侧轨道的 P 点由静止释放，若小滑块经过两轨道的底端连接处的速率没有变化。已知 AO 轨道光滑，空气阻力可以忽略不计。

（1）论证：滑块在 AO 轨道下滑时的加速度与滑块的质量无关；

（2）运用牛顿运动定律和运动学规律，论证：若 OB 光滑，取不同的 β 角，滑块在 OB 上能到达的最高点总与 P 等高；

（3）运用动能定理和机械能的相关定义，论证：若 OB 光滑，保持 β 角不变，滑块在 OB 上运动的过程中机械能守恒。



24．（20 分）如图所示，一劲度系数为 k 的轻弹簧的上端固定，下端与小球相连接，小球的质量为 m，小球静止于 O 点。现将小球拉到 O 点下方距离为 A 的位置，由静止释放，此后运动过程中始终未超过弹簧的弹性限度。规定平衡位置处为重力势能和弹簧弹性势能的零点。以平衡位置 O 为坐标原点建立如图所示的竖直向下的一维坐标系 Ox。忽略空气阻力的影响。

（1）从运动与相互作用观点出发，解决以下问题：

a．求小球处于平衡状态时弹簧相对原长的伸长量 s；

b．证明小球做简谐运动；

（2）从教科书中我们明白了由 $v-t$ 图像求直线运动位移的思想和方法；从机械能的学习，我们理解了重力做功的特点并进而引入重力势能，由此可以得到重力做功与重力势能变化量之间的关系。图像法和比较法是研究物理问题的重要方法，请你借鉴此方法，从功与能量的观点出发，解决以下问题：

a．小球运动过程中，小球相对平衡位置的位移为 x 时，证明系统具有的重力势能 $E_{\mathrm{p}G}$ 和弹性势能 $E_{\mathrm{p}弹}$ 的总和 E_{p} 的表达式为 $E_{\mathrm{p}}=\frac{1}{2}kx^2$；

b．求小球在振动过程中，运动到平衡位置 O 点下方距离为 $\frac{A}{2}$ 时的动能 E_{k}。并根据小球运动过程中速度 v 与相对平衡位置的位移 x 的关系式，画出小球运动的全过程中速度随振动位移变化的 $v-x$ 图像。


O
+A
x

参考答案

13．A　14．B　15．D　16．C　17．B　18．A　19．D　20．B

21．

（1）D，C，F（2）cadbef（3）600（4）H

（5）该同学的判断可行。

只需保证步骤 abcd 不变。例如在步骤 e 中，可以调节 R_2 的阻值，使电流表指针偏转到满刻度的三分之二，记下此时 R_2 的阻值，根据并联电路反比分流原则，计算出电流表内阻的测量值 $R_g'=\frac{R_2}{2}$，同样可以测得电流表的内阻。

（注：使电流表指针偏转到满刻度的“四分之三”等，只要内阻测量值和电阻箱 R_2 值符合反比分流原则，同样正确。）

22．

（1）以 *cd* 为研究对象，根据共点力的平衡条件可得：$BIL=mg\sin 37°$

解得：$I=\frac{mg\sin 37°}{BL}=\frac{0.2\times10\times0.6}{1\times1}\text{A}=1.2\text{A}$

根据闭合电路的欧姆定律可得：$E=I(R_1+R_2)=1.2\times3\text{V}=3.6\text{V}$

根据法拉第电磁感应定律可得：$E=BLv$

解得：$v=\frac{E}{BL}=3.6\text{m/s}$

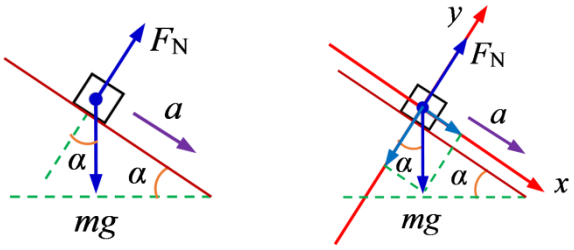
（2）*ab* 杆两端的电势差是指路端电压，根据欧姆定律可得：$U=IR_2=1.2\times2\text{V}=2.4\text{V}$

根据右手定则可知 *a* 点电势高，故有：$U_{ab}=2.4\text{V}$

（3）由于杆匀速运动，所以通过杆的电流强度为一个定值，根据电荷量的计算公式可得：

$q=It=1.2\times0.5\text{C}=0.60\text{C}$

23．（1）滑块的受力图（如下面左图），沿斜面和垂直斜面建坐标轴（如下面右图），



根据牛顿第二定律可得：$mg\sin\alpha=ma_A$，解得 $a_A=g\sin\alpha$，与质量无关。（6 分）

（2）设 P 点的高度为 H，滑块到 O 点时的速度大小为 v_0，则根据匀变速直线运动规律有：

$$v_0^2=2a_As_{PO}=2g\sin\alpha\cdot\frac{H}{\sin\alpha}=2gH$$

类似（1）受力分析，运用牛顿第二定律，可得滑块在 OB 上滑时的加速度大小为：$a_B=g\sin\beta$，设上升的最大高度为 h，则由匀变速直线运动规律可知：

$$0^2-v_0^2=-2a_Bs_B=-2g\sin\beta\cdot\frac{h}{\sin\beta}=-2gh$$，得 $v_0^2=2gh$，

所以有 $h=H$，这一结论与 β 无关，故滑块在 OB 上能到达的最高点总与 P 等高。（6 分）

（3）设滑块到 O 点时的速度大小为 v_0，从 O 到 OB 上的某点 K 的过程中，上升的高度为 h_x，

根据动能定理：$\frac{1}{2}mv^2-\frac{1}{2}mv_0^2=-mg\sin\beta\cdot\frac{h_x}{\sin\beta}=-mgh_x$

即 $\frac{1}{2}mv^2+mgh_x=\frac{1}{2}mv_0^2$

也即 $E_k+E_p=\frac{1}{2}mv_0^2$

上式左边即为滑块在任意点 K 所具有的机械能，右边为在 O 点的动能。（6 分）

24．（1）

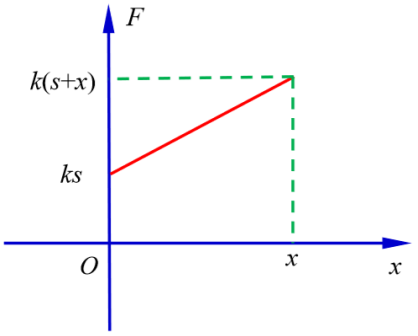
a．对小球，由平衡条件 $mg=ks$（4 分）

b．设小球偏离平衡位置 x 时的回复力为 $F_{回}=mg-k(s+x)=-kx$，故小球做简谐运动（4 分）

（2）

a．重力势能 $E_{pG}=-mgx$

以平衡位置处弹性势能为0，从平衡位置（弹簧伸长量为 s）到坐标为 x 处（弹簧伸长量为 $s+x$），根据弹簧弹力特点做出 $F-x$ 图线如图，弹簧弹力做功为 $W_{弹}=-\frac{ks+k(s+x)}{2}x=-\left(\frac{1}{2}kx^2+ksx\right)$



设 x 坐标处的弹性势能为 $E_{p弹}$，由弹力做功与弹性势能变化量的关系可知 $W_{弹}=-\Delta E_{p弹}$，即

$W_{弹}=-(E_{p弹}-0)$

得 $E_{p弹}=-W_{弹}=\frac{1}{2}kx^2+ksx=\frac{1}{2}kx^2+mgx$

重力势能 $E_{p电}$ 和弹性势能 $E_{p弹}$ 的总和 $E_p=E_{pG}+E_{p弹}=\frac{1}{2}kx^2$（6分）

（其他方法论述清楚即可）

b．小球在运动到平衡位置 O 点下方距离为 $\frac{A}{2}$ 时的势能 $E_p=\frac{1}{2}k(\frac{A}{2})^2$

小球在振幅处的动能为零，依据能量守恒定律有 $\frac{1}{2}kA^2=\frac{1}{2}k(\frac{A}{2})^2+E_k$

可得 $E_k=\frac{1}{2}kA^2-\frac{1}{2}k(\frac{A}{2})^2=\frac{3}{8}kA^2$ （3分）

由能量守恒定律 $E_p+E_k=E_{pmax}+E_{kmin}$，即 $\frac{1}{2}kx^2+\frac{1}{2}mv^2=\frac{1}{2}kA^2$，也即 $kx^2+mv^2=kA^2$

整理得：$\frac{x^2}{A^2}+\frac{v^2}{\left(\sqrt{\frac{k}{m}}A\right)^2}=1$

故 $v-x$ 图（如答案中图）是椭圆。（3分）