



绝密★启用前

2020 年普通高等学校招生全国统一考试 理科综合能力测试

注意事项:

1. 答卷前, 考生务必将自己的姓名、准考证号填写在答题卡上。
2. 回答选择题时, 选出每小题答案后, 用铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑, 如需改动, 用橡皮擦干净后, 再选涂其它答案标号。回答非选择题时, 将答案写在答题卡上, 写在本试卷上无效。
3. 考试结束后, 将本试卷和答题卡一并交回。

一. 选择题: 本题共 8 小题, 每小题 6 分。共 48 分。在每小题给出的四个选项中, 第 14~18 题只有一项符合题目要求, 第 19~21 题有多项符合题目要求。全部选对的得 6 分, 选对但不全的得 3 分, 有选错的得 0 分。

1. (6 分) 行驶中的汽车如果发生剧烈碰撞, 车内的安全气囊会被弹出并瞬间充满气体。若碰撞后汽车的速度在很短时间内减小为零, 关于安全气囊在此过程中的作用, 下列说法正确的是 D

- A. 增加了司机单位面积的受力大小
- B. 减少了碰撞前后司机动量的变化量
- C. 将司机的动能全部转换成汽车的动能
- D. 延长了司机的受力时间并增大了司机的受力面积

2. (6 分) 火星的质量约为地球质量的 $\frac{1}{10}$, 半径约为地球半径的 $\frac{1}{2}$, 则同一物体在火星表面与在地球表面受到的引力的比值约为 B

- A. 0.2
- B. 0.4
- C. 2.0
- D. 2.5

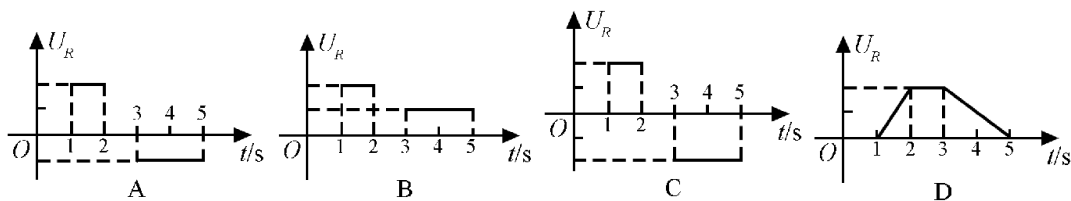
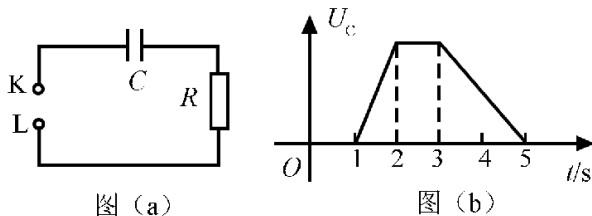
3. (6 分) 如图, 一同学表演荡秋千。已知秋千的两根绳长均为 $10m$, 该同学和秋千踏板的总质量约为 $50kg$, 绳的质量忽略不计, 当该同学荡到秋千支架的正下方时, 速度大小为 $8m/s$, 此时每根绳子平均承受的拉力约为 B



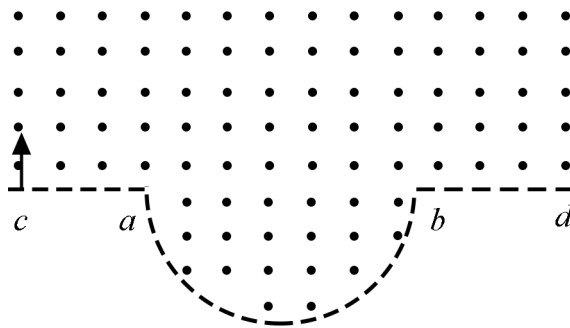
- A. $200N$
- B. $400N$
- C. $600N$
- D. $800N$



4. (6分) 图(a)所示的电路中, K 与 L 间接一智能电源, 用以控制电容器 C 两端的电压 U_C . 如果 U_C 随时间 t 的变化如图(b)所示, 则下列描述电阻 R 两端电压 U_R 随时间 t 变化的图像中, 正确的是 A



5. (6分) 一匀强磁场的磁感应强度大小为 B , 方向垂直于纸面向外, 其边界如图中虚线所示, ab 为半圆, ac 与 bd 与直径 ab 共线, ac 间的距离等于半圆的半径. 一束质量为 m 、电荷量为 q ($q > 0$) 的粒子, 在纸面内从 c 点垂直于 ac 射入磁场, 这些粒子具有各种速率. 不计粒子之间的相互作用. 在磁场中运动时间最长的粒子, 其运动时间为 C



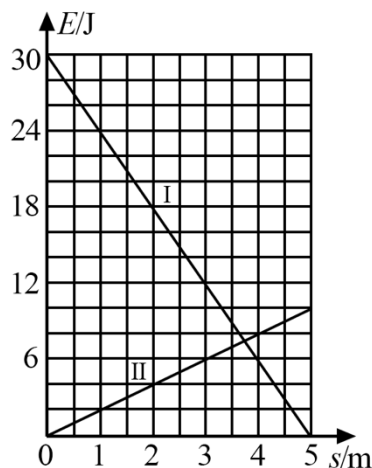
- A. $\frac{7\pi m}{6qB}$ B. $\frac{5\pi m}{4qB}$ C. $\frac{4\pi m}{3qB}$ D. $\frac{3\pi m}{2qB}$

6. (6分) 下列核反应方程中, X_1, X_2, X_3, X_4 代表 α 粒子的有 BD

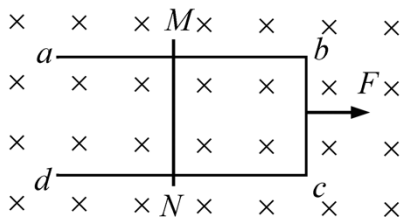
- A. ${}^2_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + X_1$ B. ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + X_2$
C. ${}^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{144}_{56}\text{Ba} + \frac{89}{36}\text{Kr} + 3X_3$ D. ${}^1_0\text{n} + {}^6_3\text{Li} \rightarrow {}^3_1\text{H} + X_4$



7. (6分) 一物块在高 $3.0m$ 、长 $5.0m$ 的斜面顶端从静止开始沿斜面下滑, 其重力势能和动能随下滑距离 s 的变化如图中直线 I、II 所示, 重力加速度取 $10m/s^2$. 则 AB



- A. 物块下滑过程中机械能不守恒
- B. 物块与斜面间的动摩擦因数为 0.5
- C. 物块下滑时加速度的大小为 $6.0m/s^2$
- D. 当物块下滑 $2.0m$ 时机械能损失了 $12J$
8. (6分) 如图, U 形光滑金属框 $abcd$ 置于水平绝缘平台上, ab 和 dc 边平行, 和 bc 边垂直. ab 、 dc 足够长, 整个金属框电阻可忽略. 一根具有一定电阻的导体棒 MN 置于金属框上, 用水平恒力 F 向右拉动金属框, 运动过程中, 装置始终处于竖直向下的匀强磁场中, MN 与金属框保持良好接触, 且与 bc 边保持平行. 经过一段时间后 BC



- A. 属框的速度大小趋于恒定值
- B. 属框的加速度大小趋于恒定值
- C. 体棒所受安培力的大小趋于恒定值
- D. 体棒到金属框 bc 边的距离趋于恒定值



二. 非选择题: 共 174 分, 第 22~32 题为必考题, 每个试题考生都必须作答。第 33~38 题为选考题, 考生根据要求作答。

(一) 必考题: 共 129 分。

9. (6 分) 某同学用伏安法测量一阻值为几十欧姆的电阻 R , 所用电压表的内阻为 $1k\Omega$, 电流表内阻为 0.5Ω . 该同学采用两种测量方案, 一种是将电压表跨接在图 (a) 所示电路的 O 、 P 两点之间, 另一种是跨接在 O 、 Q 两点之间. 测量得到如图 (b) 所示的两条 $U-I$ 图线, 其中 U 与 I 分别为电压表和电流表的示数.

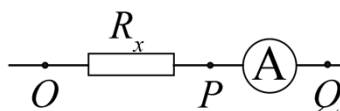


图 (a)

回答下列问题:

- (1) 图 (b) 中标记为 I 的图线是采用电压表跨接在 O、P (填 "O、P" 或 "O、Q") 两点的方案测量得到的.

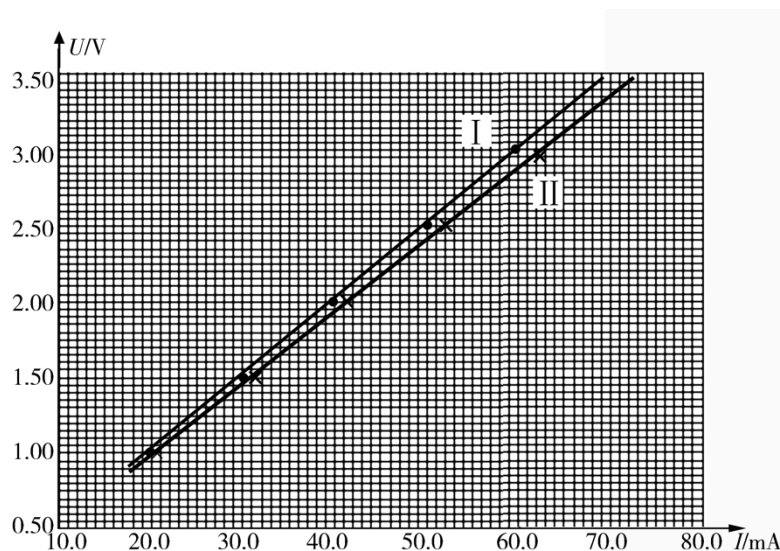


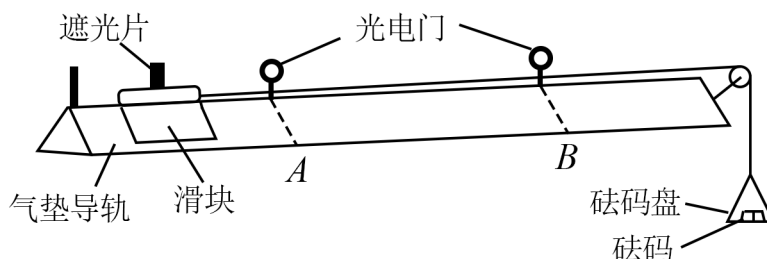
图 (b)

- (2) 根据所用实验器材和图 (b) 可判断, 由图线 I (填 "I" 或 "II") 得到的结果更接近待测电阻的真实值, 结果为 50.5 Ω (保留 1 位小数).
- (3) 考虑到实验中电表内阻的影响, 需对 (2) 中得到的结果进行修正, 修正后待测电阻的阻值为 50.0 Ω (保留 1 位小数).



10. (9 分) 某同学用如图所示的实验装置验证动量定理, 所用器材包括: 气垫导轨、滑块 (上方安装有宽度为 d 的遮光片)、两个与计算机相连接的光电门、砝码盘和砝码等.

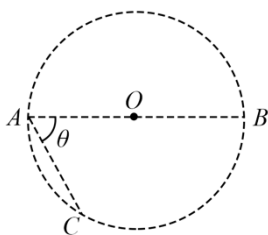
实验步骤如下:



- (1) 开动气泵, 调节气垫导轨, 轻推滑块, 当滑块上的遮光片经过两个光电门的遮光时间 大约相等 时, 可认为气垫导轨水平;
 - (2) 用天平测砝码与砝码盘的总质量 m_1 、滑块 (含遮光片) 的质量 m_2 ;
 - (3) 用细线跨过轻质定滑轮将滑块与砝码盘连接, 并让细线水平拉动滑块;
 - (4) 令滑块在砝码和砝码盘的拉动下从左边开始运动, 和计算机连接的光电门能测量出遮光片经过 A、B 两处的光电门的遮光时间 Δt_1 、 Δt_2 及遮光片从 A 运动到 B 所用的时间 t_{12} ;
 - (5) 在遮光片随滑块从 A 运动到 B 的过程中, 如果将砝码和砝码盘所受重力视为滑块所受拉力, 拉力冲量的大小 $I = \underline{m_1 g t_{12}}$, 滑块动量改变量的大小 $\Delta p = \underline{m_2 (\frac{d}{\Delta t_2} - \frac{d}{\Delta t_1})}$; (用题中给出的物理量及重力加速度 g 表示)
 - (6) 某次测量得到的一组数据为: $d = 1.000 \text{ cm}$, $m_1 = 1.50 \times 10^{-2} \text{ kg}$, $m_2 = 0.400 \text{ kg}$, $\Delta t_1 = 3.900 \times 10^{-2} \text{ s}$, $\Delta t_2 = 1.270 \times 10^{-2} \text{ s}$, $t_{12} = 1.50 \text{ s}$, 取 $g = 9.80 \text{ m/s}^2$. 计算可得 $I = \underline{0.221} \text{ N} \cdot \text{s}$, $\Delta p = \underline{0.212} \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$; (结果均保留 3 位有效数字)
 - (7) 定义 $\delta = |\frac{I - \Delta p}{I}| \times 100\%$ 本次实验 $\delta = \underline{4} \%$ (保留 1 位有效数字).
11. (12 分) 我国自主研制了运 -20 重型运输机. 飞机获得的升力大小 F 可用 $F = kv^2$ 描写, k 为系数; v 是飞机在平直跑道上的滑行速度, F 与飞机所受重力相等时的 v 称为飞机的起飞离地速度, 已知飞机质量为 $1.21 \times 10^5 \text{ kg}$ 时, 起飞离地速度为 66 m/s ; 装载货物后质量为 $1.69 \times 10^5 \text{ kg}$ 装载货物前后起飞离地时的 k 值可视为不变.
- (1) 求飞机装载货物后的起飞离地速度;
 - (2) 若该飞机装载货物后, 从静止开始匀加速滑行 1521 m 起飞离地, 求飞机在滑行过程中加速度的大小和所用的时间.
- (1) $v_2 = 78 \text{ m/s}$
- (2) $a = 2.0 \text{ m/s}^2 \quad t = 39 \text{ s}$



12. (20 分) 在一柱形区域内有匀强电场, 柱的横截面积是以 O 为圆心, 半径为 R 的圆, AB 为圆的直径, 如图所示. 质量为 m , 电荷量为 $q(q > 0)$ 的带电粒子在纸面内自 A 点先后以不同的速度进入电场, 速度方向与电场的方向垂直. 已知刚进入电场时速度为零的粒子, 自圆周上的 C 点以速率 v_0 穿出电场, AC 与 AB 的夹角 $\theta = 60^\circ$. 运动中粒子仅受电场力作用.
- (1) 求电场强度的大小;
- (2) 为使粒子穿过电场后的动能增量最大, 该粒子进入电场时的速度应为多大?
- (3) 为使粒子穿过电场前后动量变化量的大小为 mv_0 , 该粒子进入电场时的速度应为多大?



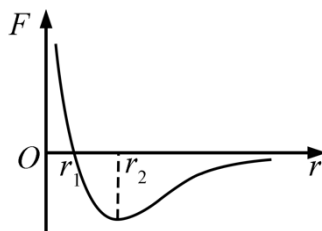
$$\begin{aligned}(1) E &= \frac{mv_0^2}{2qR} \\(2) v_1 &= \frac{\sqrt{2}}{4}v_0 \\(3) v &= \frac{\sqrt{3}}{2}v_0\end{aligned}$$



(二) 选考题: 共 45 分。请考生从 2 道物理题、2 道化学题、2 道生物题中每科任选一题作答。如果多做, 则每科按所做的第一题计分。

13. [物理——选修 3-3](15 分)

(1)(5 分) 分子间作用力 F 与分子间距 r 的关系如图所示, $r = r_1$ 时, $F = 0$. 分子间势能由 r 决定, 规定两分子相距无穷远时分子间的势能为零. 若一分子固定于原点 O , 另一分子从距 O 点很远处向 O 点运动, 在两分子间距减小到 r_2 的过程中, 势能 减小 (填“减小”“不变”或“增大”); 在间距由 r_2 减小到 r_1 的过程中, 势能 减小 (填“减小”“不变”或“增大”); 在间距等于 r_1 处, 势能 小于 (填“大于”“等于”或“小于”) 零.



(2)(10 分) 甲、乙两个储气罐储存有同种气体 (可视为理想气体). 甲罐的容积为 V , 罐中气体的压强为 p ; 乙罐的容积为 $2V$, 罐中气体的压强为 $\frac{1}{2}p$. 现通过连接两罐的细管把甲罐中的部分气体调配到乙罐中去, 两罐中气体温度相同且在调配过程中保持不变, 调配后两罐中气体的压强相等. 求调配后

(i) 两罐中气体的压强

(ii) 甲罐中气体的质量与甲罐中原有气体的质量之比.

(i) $p' = \frac{2}{3}p$

(ii) $k = \frac{2}{3}$

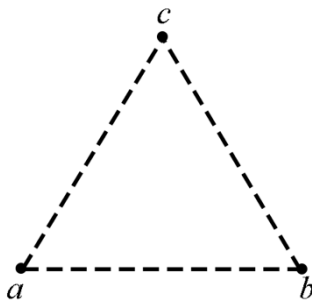


14. [物理——选修3-4](15分)

(1)(5分) 在下列现象中,可以用多普勒效应解释的有 BCE。(填正确答案标号.选对1个得2分,选对2个得4分,选对3个得5分;每选错1个扣3分,最低得分为0分)

- A. 雷雨天看到闪电后,稍过一会儿才能听到雷声
- B. 超声波被血管中的血流反射后,探测器接收到的超声波频率发生变化
- C. 观察者听到远去的列车发出的汽笛声,音调会变低
- D. 同一声源发出的声波,在空气和水中传播的速度不同
- E. 天文学上观察到双星(相距较近、均绕它们连线上某点做圆周运动的两颗恒星)光谱随时间的周期性变化

(2)(10分) 一振动片以频率 f 做简谐振动时,固定在振动片上的两根细杆同步周期性地触动水面上 a 、 b 两点,两波源发出的波在水面上形成稳定的干涉图样. c 是水面上的一点, a 、 b 、 c 间的距离均为 l ,如图所示.已知除 c 点外,在 ac 连线上还有其他振幅极大的点,其中距 c 最近的点到 c 的距离为 $\frac{3}{8}l$.求:



(i) 波的波长

(ii) 波的传播速度。

(i) $\lambda = \frac{1}{4}l$

(ii) $v = \frac{fl}{4}$