

## 2016 年北京市西城区高三 模物理试卷

### 一、单选题（共 8 小题）

1. 下列说法正确的是（ ）

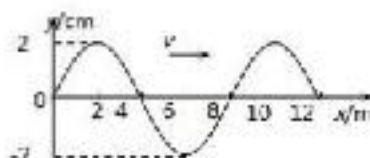
- A. 液体分子的无规则运动称为布朗运动
- B. 物体从外界吸收热量，其内能一定增加
- C. 物体温度升高，其中每个分子热运动的动能均增大
- D. 气体压强产生的原因是大量气体分子对器壁持续频繁的撞击

考点：分子动理论的基本观点和实验依据

答案：D

试题解析：布朗运动是指悬浮在液体中的微粒的运动，A 错误；热传递和做功两种改变内能的方式中单一因素无法决定内能的变化情况；B 错误；温度是表征物体分子的平均动能大小的物理量，但无法确定一个分子的动能；C 错误；气体压强是大量分子做无规则运动撞击器壁产生的，D 正确。

2. 一列沿  $x$  轴正方向传播的简谐机械横波，波的周期为  $2s$ 。某时刻波形如图所示。下列说法正确的是（ ）



- A. 这列波的振幅为  $4m$
- B. 这列波的波速为  $0.5v$
- C.  $x=4m$  处的质点  $P$  此时位移为  $4cm$
- D. 此时  $x=8m$  处的质点是  $y$  轴负方向  $2cm$

考点：横波的图像

答案：D

**试题解析：**由图可知波的振幅为  $2\text{cm}$ ，A 错误； $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{8\text{m}}{2\text{s}} = 4\text{m/s}$ ，B 错误；质点的振动周期等于波的周期等于  $2\text{s}$ ，C 错误；根据同侧法可知波的传播方向和质点的振动方向应位于波的同侧，所以此时  $x=8\text{m}$  处的质点沿  $y$  轴负方向运动，D 正确。

3. 图所示为两个等量异号点电荷所形成电场的一部分电场线，P、Q 是电场中的两点，下列说法正确的是（ ）



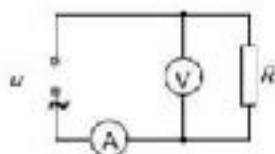
- A. P 点场强比 Q 点场强大
- B. P 点电势比 Q 点电势低
- C. 电子在 P 点的电势能比在 Q 点的电势能小
- D. 电子从 P 沿直线到 Q 的过程中所受电场力恒定不变

**考点：**电势能、电势

**答案：**C

**试题解析：**电场强度可以根据电场线的疏密判断，电场线越密集的地方电场强度越大，Q 点场强大于 P 点场强，A 错误；电势沿电场线方向降低，P 点电势高于 Q 点电势，B 错误；P 点电势高，但负电荷在电势高的地方电势能小，C 正确；电子从 P 沿直线到 Q 过程中电场强度是变化的，电场力也就是变化的，D 错误。

4. 如图所示，有一个电热器 R，接在电压为  $u = 311\sin 100\pi t$  (V) 的交流电源上。电热器工作的电阻为  $100\Omega$ ，电路中的交流电表均为理想电表。由此可知（ ）



- A. 电压表的示数为  $311\text{V}$
- B. 电流表的示数为  $2.2\text{A}$
- C. 电热器的发热功率为  $997\text{W}$
- D. 交流电的频率为  $100\text{Hz}$

**考点：**正弦交流电的函数表达式、峰值和有效值

**答案：**D

**试题解析：**上述中的交变电流均为理想电流，而其示数均为有效值，正弦交变电流的有效值为最大值的 $\frac{1}{\sqrt{2}}$ ，所以电压表的示数是220V，A错误；

$$I = \frac{U}{R} = \frac{220V}{100\Omega} = 2.2A, \text{ B 正确；}$$

$$P = UI = 220V \times 2.2A = 484W, \text{ C 错误；} \quad \omega = 100\pi, T = \frac{2\pi}{\omega}, f = \frac{1}{T} = 50Hz, \text{ D 错误。}$$

5. 如图1所示，质量为 $M$ 的人在远离任何星体的太空中，与他旁边的飞船相对静止。由于没有力的作用，他与飞船总保持相对静止的状态。这个人手中拿着一个质量为 $m$ 的小物体，他以相对飞船为 $v$ 的速度把小物体抛出，在抛出物体后他相对飞船的速度大小为 $v_1$ （ $v_1 < v$ ）。



a.  $\frac{m}{M}v$

b.  $\frac{M}{m}v$

c.  $\frac{M+m}{m}v$

d.  $\frac{m}{M+m}v$

**考点：**实验：验证动量守恒定律

**答案：**A

**试题解析：**人和物体组成的系统不受外力作用，系统动量守恒，以 $v$ 的方向为正方向，根据

动量守恒定律得  $0 = mv - Mv_1$ ，解得  $v_1 = \frac{m}{M}v$ ，所以选择A。

6. 应用物理知识分析生活中的常见现象，可以使理论学习更加有趣和深入。如图所示，某同学坐在列车的车厢内，列车正在匀速中，桌面有一个小球相对桌面静止。如果他发现小球突然运动，可以根据小球的运动，分析判断列车的运动。下列判断正确的是（ ）



A. 小球相对桌面向后运动，可知列车在加速前进

B. 小球相对桌面向后运动，可知列车在减速前进

C. 小球相对桌面向前运动，可知列车在加速前进

D. 小球相对桌面向前运动，可知列车在加速前进

考点：牛顿运动定律、牛顿定律的应用

答案：D

试题解析：若列车加速前进，则小球相对桌面静止，A 错误；列车加速前进，小球由于惯性想保持原来的匀速状态，将相对列车向后运动，同理列车减速前进，小球相对列车将向前运动，B、C 错误，D 正确。

7. 某同学用示波器研究 RC 电路的放电过程，他按如图 1 所示连接电路。先将开关 S 拨 1，电容器很快充电完毕，然后将开关拨向 2，电容器通过 R 放电，传感器将电流信息传入计算机，屏幕上显示出电流随时间变化的  $i-t$  曲线如图 2 所示。他进一步研究滑动变阻器的阻值变化对  $i-t$  曲线的影响，断开 S，先将滑片 P 向右移动一段距离，再重复以上操作，又得到一条  $i-t$  曲线，关于这条曲线，下列说法正确的是（ ）

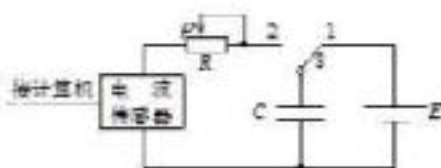


图 1

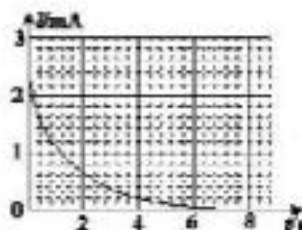


图 2

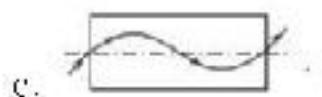
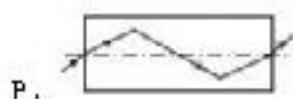
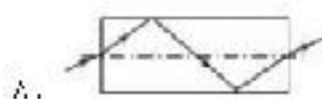
- A. 曲线与  $t$  轴所围面积将增大
- B. 曲线与半坐标轴所围面积将减小
- C. 曲线与  $t$  轴交点的位置将向上移动
- D. 曲线与  $t$  轴交点的位置将向下移动

考点：RC 电路

答案：D

试题解析：根据  $q = It$  知  $i-t$  图线围的面积表示电容器所带电荷量，在滑动变阻器电阻变化前后电容器所带电荷量  $Q$  不变，所以曲线与半坐标轴所围面积将不变，a、b 错误；当滑动变阻器电阻增大时，则电容器放电电流将减小，曲线与纵轴交点的位置将向下移动。

8. 光导纤维按沿径方向折射率的变化可分为阶跃型和连续型两种。阶跃型的光导纤维分为内芯和外套两层，内芯的折射率比外套的大。直纹型光导纤维的折射率中心最高，沿径向逐行



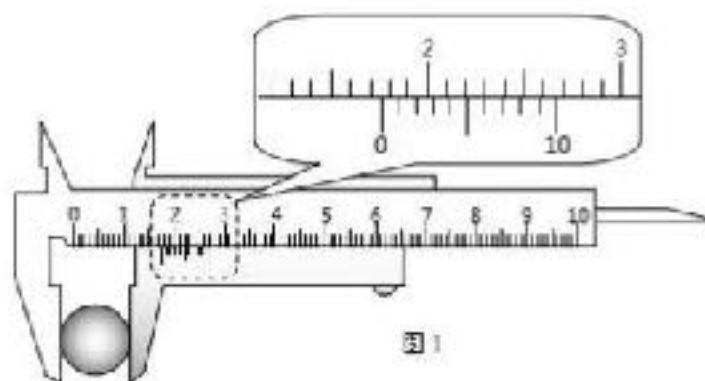
考点：全反射、光导纤维的折射定律

答案：C

试题解析：在连续型光导纤维的折射率中心最高，沿径向逐渐减小，而光从光密介质进入光疏介质后发生全反射时，折射角大于入射角，A、B错误；光从空气进入光导纤维时，折射角小于入射角，C正确，D错误。

### 二、实验题（共1小题）

①(1) 用游标为10分度（读数可准确到0.1mm）的卡尺测量小球的直径，测量的示数如图1所示，读出小球直径*d*的值为\_\_\_\_\_mm。



(2) 如图2所示，将打点计时器固定在铁架台上，用重物带动纸带从静止开始自由下落。



利用此装置可“验证机械能守恒定律”。

三准备的器材有：打点计时器（带导线）、纸带、复写纸，与铁夹的铁架台和带夹子的重物，此外还必需的器材是\_\_\_\_\_。

② (只有一个选项符合要求, 填选项前的符号):

- A. 直流电源、天平及砝码
- B. 直流电源、刻度尺
- C. 交流电源、天平和砝码
- D. 交流电源、刻度尺

安装好实验装置, 正确进行实验操作, 从打出的纸带中选出符合要求的纸带, 如图 3 所示 (其中一段纸带, 如图 3 所示)。图中 O 点为打出的起始点, 且速度为零。选取在纸带上连续打出的点 A、B、C、D、E、F、G 作为计数点。其中列出 D、E、F 点距起始点 O 的距离如图所示。已知打点计时器打点周期为  $T=0.02\text{s}$ 。由此可计算出物体通过 E 点时的瞬时速度  $v_E = \underline{\hspace{2cm}}\text{ m/s}$  (结果保留三位有效数字)。



若已知当地重力加速度为  $g$ , 代入图 3 中所测的数据进行计算, 并将  $\frac{1}{2}v^2$  与  $h$  进行比较 (用图中所给字母表示), 即可在误差范围内验证, 从 O 点到 E 点的过程中机械能是否守恒。

某同学进行数据处理时不慎将纸带前半部分弄坏, 找不到打出的起始点 O 了, 如图 4 所示。于是他利用剩余的纸带进行如下的测量: 以 A 点为起点, 测量各点到 A 点的距离  $h$ , 计算出物体下落至各点的速度  $v$ , 并作  $v^2-h$  图像。如图 5 中给出了 a、b、c 三条直线, 他作出的图像应该是直线         ; 由图像得出, A 点到起始点 O 的距离为          cm (结果保留三位有效数字)。



图 4

⑤

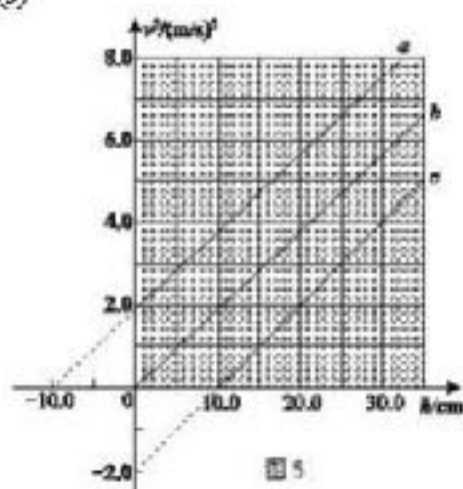


图 5

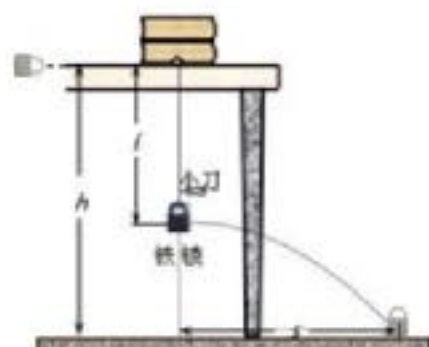


图 6

某同学在家里的“验证机械能守恒定律”的实验中，他设计的实验装置如图 6 所示，细线的一端系在一个较重的小铁锁（可看成质点），另一端系在一支笔上，将笔放在水平桌面的边缘，用较重的书压住。将铁锁拉至与桌面等高处（即释放位置），然后由静止释放。在笔的正下方某合适位置放一小刀，铁锁经过时，细线立即被切断，铁锁继续向前运动，落在水平地面上。测得水平桌面高度为  $h$ ，笔到铁锁的水平距离为  $s$ ，笔到铁锁落地的水平距离为  $s'$ 。若满足  $s'^2 = \frac{2s^2}{h}$ （用  $h$ 、 $s$  表示），则可验证铁锁从释放至运动到笔的正下方的过程中机械能守恒。

考点：实验：验证机械能守恒定律

答案：(1) 丙、戊 (2) ① D ② 3、11 ③  $gh$  ④  $h$ 、 $11h$  ⑤  $h$ 、 $11h$

解析：(1) 秒表卡片读数不清晰，二尺读数为  $17.20\text{cm}$ ，游标卡片第 6 格与二尺刻度对齐，读数为  $10.60\text{mm}$ ，见游标尺的读数为  $17.60\text{mm}$ 。

(2) 打点计时器是采用交流电源供电的，纸带需要刻度尺来测量点之间的距离，而该实验中不需要测量重物的质量，所以不需要天平。

纸带上相邻两点的打点时间间隔相等，而匀变速直线运动于时间中点的瞬时速度等于与其相

邻两点的平均速度，
$$v_E = \frac{h_2 - h_1}{2T} = 3.0\text{ m/s}$$

根据机械能守恒可知，重力势能的减小量等于动能的增加量，从 C 点到 E 点由机械能守

恒可得  $mgh_2 - \frac{1}{2}mv_E^2 = 0$ ，则  $\frac{1}{2}v_E^2 = gh_2$

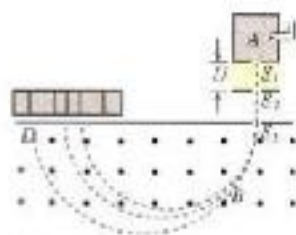
由于选取 A 点作为起点，则起点处速度不为 0，也就是上-C 时  $v > 0$ ，所以图像为直线 a 图

$mgd - \frac{1}{2}mv^2 = 0$ ，物块做平抛时，由平抛运动规律得

$$u = vt, h - l = \frac{1}{2}gt^2, \text{解得 } v = \sqrt{g(h-l)}, \text{ 则 } u^2 = 4l(h-l)$$

### 三、解答题（共 3 小题）

10. 回旋仪是一种精密仪器，是测量带电粒子的质量分布的重要工具。图中所示的回旋仪是由加速电场和待测磁场组成。带电粒子从容器 A 下方的  $S_1$  射入由电压  $U$  的加速电场，其初速度几乎为 0，然后经过  $S_2$  沿着与磁场垂直的方向进入磁感应强度为  $B$  的匀强



磁场中，最后打到照相底片 D 上。不计粒子重力。

(1) 若由容器 A 射入电场的是质量为  $m$ 、电荷量为  $q$  的粒子，求：

- 粒子进入磁场时的速度大小  $v$ ；
- 粒子在磁场中运动的轨道半径  $r$ 。

(2) 若由容器 A 射入电场的是一系列同位素的不同种离子核， $r_1$ 、 $r_2$  由底片上读出， $r_1$ 、 $r_2$  在磁场中运动轨迹的直径之比是  $\sqrt{2} : 1$ ，求  $r_1$ 、 $r_2$  的质量之比  $m_1 : m_2$ 。

考点：带电粒子在匀强磁场中的运动

答案：(1) a.  $v = \sqrt{\frac{2qU}{m}}$  b.  $R = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2mU}{q}}$  (2)  $\frac{m_1}{m_2} = \frac{2}{1}$

试题分析：(1) a. 粒子在电场中加速

根据动能定理  $qU = \frac{1}{2}mv^2$

解得速度  $v = \sqrt{\frac{2qU}{m}}$

b. 粒子在磁场中做匀速圆周运动

提供向心力由洛伦兹力提供  $qvB = m\frac{v^2}{R}$

解得半径



$$R = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2mU}{q}}$$

(2) 代入上式计算可知  $m = \frac{U^2 k^2 q}{2U}$

有  $\frac{m_1}{m_2} = \left(\frac{R_1}{R_2}\right)^2$

代入已知条件得  $\frac{m_1}{m_2} = \frac{2}{1}$

11. 2016年2月11日, 美国“激光干涉引力波天文台”(LIGO) 团队向全世界宣布发现了引力波, 这个引力波来自距地球13亿光年之外一个双黑洞系统的合并。已知光在真空中传播的速度为  $c$ , 太阳的质量为  $M_0$ , 万有引力常量为  $G$ 。

(1) 这两个黑洞的质量分别为太阳质量的36倍和39倍, 合并后, 太阳质量的62倍。利用所学知识, 求此次合并所释放的能量。

(2) 黑洞密度极大, 质量极大, 半径很小, 以光速传播的光都不能逃离它的引力, 因此我们没法通过光学观测直接确定黑洞的存在。假定黑洞为一个质量分布均匀的球形天体。

a. 因为黑洞对其他天体具有强大的引力影响, 我们可以通过其他天体的运动来推测黑洞的存在。天文学家观测到, 有一颗质量很小的恒星绕自身在宇宙中做周期为  $T$ , 半径为  $r_0$  的匀速圆周运动。由此推测, 圆周运动的中心可能有个黑洞, 利用所学知识求此黑洞的质量  $M$ 。

b. 为了解决黑洞问题需要利用广义相对论的知识, 但在相对论提出之前就有人利用牛顿力学体系预言过黑洞的存在。我们假设, 在牛顿体系中, 当两个质量分别为  $m_1$ 、 $m_2$  的质点

相距为  $r$  时也会具有势能, 称之为引力势能, 其大小为  $E_p = -G \frac{m_1 m_2}{r}$  (规定无穷远处势能为零)。请你利用所学知识, 推测质量为  $M$  的黑洞, 它的半径应小于多少, 并说明理由。最大不能超过多少?

考点: 万有引力定律及其应用 机械能守恒定律

答案: (1)  $\Delta E = 3M_0 c^2$  (2) a.  $k = \frac{4\pi^2 r_0^3}{GT^2}$  b.  $R = \frac{2GM}{c^2}$

试题解析: (1) 合并后的质量与物  $\Delta m = (26 + 39)M_0 - 62M_0 = 3M_0$

根据爱因斯坦质能方程  $\Delta E = \Delta m c^2$

得合并所释放的能量  $\Delta E = 3M_0 c^2$

(2) a. 中心恒星绕黑洞做匀速圆周运动, 设中心恒星质量为  $m$

根据万有引力定律和牛顿第二定律  $G \frac{Mm}{r^2} = m \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 r$

解得  $M = \frac{4\pi^2 r_0^3}{GT^2}$

$$\frac{1}{2}mv^2 + (-G\frac{Mm}{R})(1-1)$$

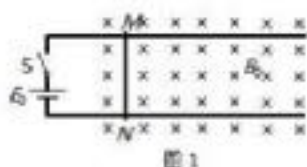
解得  $R = \frac{2GM^2}{v^2}$

因为光速不能达真，有  $v < c$

所以黑洞的半径最大不能超过  $R = \frac{2GM^2}{c^2}$

12. (1) 如图 1 所示，置于水平面的 U 形导轨处于竖直向下、磁感应强度为  $B_0$  的匀强磁场中，导轨由两平行导轨间距为  $l$ ，左端接一电动势为  $\mathcal{E}$ 、内阻不计的电源（一质量为  $m$ 、电阻为  $r$  的导体棒  $ab$  垂直导轨放置并接触良好），闭合开关  $S$ ，导体棒从静止开始运动。忽略导轨电阻和导轨间的电阻，平行轨道足够长。请分析导体棒  $ab$  的运动情况，并至

中画出速度  $v$  随时间  $t$  变化的示意图；并证明导体棒达到的最大速度为  $v_m = \frac{\mathcal{E}l}{B_0 r}$ ；



(2) 直流电动机是一种应用直流电的动力装置，是利用通电线圈在磁场中受到安培力的原理制成的。如图 3 所示是一台最简单的直流电动机模型示意图。固定部分（定子）装了 2 对磁极，旋转部分（转子）装设圆柱形铁芯，将  $ab$  匝线圈沿轴固定在转子上，能与转子一起绕  $OO'$  轴转动。换向器由 2 块半圆铜片组成，换向器与直流电源连接，它与转子之间的空隙很小，可认为磁场沿径向分布，线圈无论转到什么位置，它的平面都跟磁感线平行，如图 4 所示（侧视图）。已知  $ab$ 、 $cd$  边的长度均为  $2l$ ，其它部分数量不计，线圈总电阻为  $r$ ，电源电动势为  $\mathcal{E}$ ，内阻不计，当闭合开关  $S$ ，线圈一半处在磁场中时，线圈所处位置的磁感应强度大小为  $B_0$ ，忽略一切阻力与摩擦。

a. 求：闭合开关后，线圈由静止开始到转动速度达到稳定的过程中，电动机产生的内能  $Q_{内}$ ；

b. 当电动机接上负载后，相当于线圈受到恒定的阻力，恒力不同电动机的转动速度也不相同。求： $a$ 、 $d$  两磁极的转动速度  $\omega$  多大时，电动机的输出功率  $P$  最大，并求出最大功率  $P$ 。