# 2021年上海市普通高中学业水平等级性考试

# 物理 试卷

答案非官方版本，不保证正确

考生注意：

1．试卷满分100分，考试时间60分钟。

2．本考试分设试卷和答题纸。试卷包括三部分，第一部分为选择题，第二部分为填空题，第三部分为综合题。

3．答题前，务必在答题纸上填写姓名、报名号、考场号和座位号，并将核对后的条形码贴在指定位置上。作答必须涂或写在答题纸上，在试卷上作答一律不得分。第一部分的作答必须涂在答题纸上相应的区域，第二、三部分的作答必须写在答题纸上与试卷题号对应的位置。

一、选择题（共40分。第1-8小题，每小题3分；第9-12小题，每小题4分。每小题只有一个正确答案）

1. β 粒子（ ）

（A）是原子的外层电子 （B）来自中子的转化

（C）是原子核内的核子 （D）来自质子的转化

1. 在卢瑟福 α 粒子散射实验中，α 粒子发生大角度偏转（ ）

（A）主要是由于受到电子的碰撞 （B）是由于受到原子核的库仑引力

（C）表明原子核由质子和中子组成 （D）反映了原子内存在带正电的核

1. 位于弹性绳中点 O 的波源振动频率随时间逐渐增大，经一段时间后弹性绳的形状可能为（ ）

A

B

D

C

O

O

O

O

1. 我国“天问一号”火星探测器计划依靠发动机推力悬停于火星表面附近，以寻找合适的着陆点。当探测器在空中水平匀速移动时，发动机的喷气方向（不计火星大气阻力）（ ）

（A）竖直向上 （B）斜向上

（C）竖直向下 （D）斜向下

1. 某理想气体在 *T*1、*T*2 两个不同温度下的分子速率分布曲线如图所示。图中 *f*(*v*) 表示单位速率区间内的分子数占总分子数的百分比随分子速率 *v* 的变化关系，两曲线与横轴所围面积分别为 *S*1、*S*2，则（ ）

*f*(*v*)

*v*

*O*

*T*1

*T*2

（A）*T*1 > *T*2 （B）*T*1 < *T*2

（C）*S*1 > *S*2 （D）*S*1 < *S*2

1. 如图，一作直线运动的质点在0 < *t* < 4 s 时间内的 *v*–*t* 图线为半圆，质点在该段时间内的平均速度为（ ）

*v*/m·s−1

*t*/s

0

1

2

1

2

3

4

（A）π m/s （B）m/s

（C）1 m/s （D）m/s

1. 带正电的粒子在沿电场线方向运动的过程中，必定减小的物理量是（ ）

（A）粒子所受的电场力 （B）粒子的速度

（C）粒子具有的电势能 （D）粒子的加速度

1. 玻璃管开口向下竖直放置，管内用水银封闭一定质量的理想气体。在玻璃管绕顶端缓慢转到虚线所示位置的过程中，管内封闭气体状态变化可能是下图中的（ ）

*O*

*O*

*O*

*O*

*V*

*T*

*T*

*T*

*V*

*V*

*p*

*p*

A

B

C

D

1. 小球做直线运动的频闪照片如图所示，由此可以断定小球的（ ）

（A）加速度向右 （B）速度向右

（C）加速度向左 （D）速度向左

1. 长直导线中通以与时间成正比的电流，该电流会在其周围产生（ ）

（A）不随时间变化的匀强磁场 （B）随时间变化的匀强磁场

（C）不随时间变化的非匀强磁场 （D）随时间变化的非匀强磁场

1. 半径为 *R*，内壁光滑的圆轨道固定在竖直平面内，小球以 （*g* 为重力加速度）的速度经过圆轨道最低点后到达轨道上与圆心等高处时的速度为 *v*，加速度为 *a*，则（ ）

（A）*v* = 0，*a* = 0 （B）*v*≠0，*a* = 0

（C）*v* = 0，*a*≠0 （D）*v*≠0，*a*≠0

1. 如图，在点电荷 *Q* 附近不同位置放置检验电荷 a、b，描述 a、b 所带电量 *q* 与所受电场力大小 *F* 的两组数据可能是下图中的（ ）

*Q*

a

b

*O*

*O*

*O*

*O*

*q*

*q*

*q*

*q*

*F*

*F*

*F*

*F*

A

B

C

D

a

b

a

b

b

b

a

a

二、填空题（共20分）

1. 氚核（31H）的中子数为\_\_\_\_\_，半衰期为12年，一定量的氚核经过\_\_\_\_\_年减少到原来的1/4。
2. 密闭钢瓶内温度降低，瓶内气体分子的\_\_\_\_\_\_\_\_减小，对瓶壁单位面积的平均作用力\_\_\_\_\_\_\_\_（选填：“增加”、“不变”或“减小”）。
3. 上海科学家研发出的激光器能在 2×10−14 s 内输出能量为 400 J 的超强超短激光，这段时间内激光器的平均功率高达\_\_\_\_\_\_\_\_W；该激光的中心波长为 8×10−7 m，对应的频率为\_\_\_\_\_\_\_Hz。
4. 飞行器在太空航行时，发动机的喷气速率 *v*在一定的近似条件下仅由下列四个量决定：高温气体的温度 *T*（单位：K）、摩尔质量 *M*（单位：kg·mol−1），定压摩尔热容 *C*（单位：J·K−1·mol−1）、无单位的比例系数 *α*。若使用国际单位制中的基本单位，*C* 的单位又可表示为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_；用 *T*、*M*、*C* 和 *α* 表示的 *v* = 𝛼，式中 *λ* = \_\_\_\_\_\_。
5. 如图为某测量引力常量 *G* 的实验原理示意图，质量为 *M* 的均匀球 A 固定，可视为质点的小球 B 由轻质细线悬挂于 O 点。平衡时两球心等高、间距为 *r*，BO 间水平距离为 *d*（远小于细线长度）。迅速移去 A 球后，B 球的摆动\_\_\_\_\_\_\_\_\_（选填：“可以”或“不可以”）视为简谐运动。测量 *M*、*r*、*d* 和 B 球的摆动周期 *T* 后可得*G* = \_\_\_\_\_\_。（*θ* 很小时，sin*θ* ≈ tan*θ*）

A

B

O

*d*

*r*

三、综合题（共40分）

注意：第19、20题在列式计算、逻辑推理以及回答问题过程中，要求给出必要的图示、文字说明、公式、演算等。

1. （10分）“用 DIS 描绘电场的等势线”的实验示意图如图所示。图中 A、B 是连接电源的两个电极，基准点 c 位于 A、B 连线的中点，f、d 连线和 A、B 连线垂直。

a

b

c

d

e

电源

A

f

B

（1）实验时使用的是\_\_\_\_\_\_\_传感器。

（2）若传感器的红、黑色探针分别接触图中的 d、f 两点时，传感器示数小于零；保持红色探针位置不变，将黑色探针从 f 点换到 e 点，传感器示数\_\_\_\_\_（选填：“大于”或“小于”）零。

（3）在图上画出过 f 点的等势线。

（4）（单选题）实验中得到的曲线实际上是

（A）一对等量同种电荷的静电场的等势线

（B）一对等量异种电荷的静电场的等势线

（C）稳恒电流场中的等势线

（D）变化电流场中的等势线

1. （15分）如图，倾角为 *θ* 的足够长斜面 ABC 上，AB 段光滑，长为 *l*，BC 段粗糙。一质量为 *m* 的物体（视为质点）在平行于斜面的拉力作用下自 A 由静止开始做匀加速直线运动，经时间 *t*0 到达 B。（重力加速度为 *g*，BC 段与物体间的动摩擦因数为定值）

A

B

C

*F*

*θ*

（1）求拉力的大小 *F*；

（2）物体到 B 点时拉力的功率 *P*B 为多大？

（3）从到达 B 点开始，拉力的功率保持为 *P*B，物体做减速运动。定性画出物体由 A 运动到 C 过程的 *v*–*t* 图像。（仅要求作出图像）

1. （15分）两竖直固定的光滑金属导轨间距 *L* = 0.75 m，磁感应强度 *B* = 0.8 T 的匀强磁场与两导轨所在平面垂直，一金属棒与导轨垂直放置。导轨上方接有如图（a）所示电路，其中 R 为一电阻性元件，定值电阻阻值 *R*0 = 10 Ω。断开电键 S，金属棒从静止开始下滑直到匀速运动，此期间由电压、电流传感器得到 R 的 *U*–*I* 图线如图（b）所示。（导轨足够长，导轨和金属棒的电阻均忽略不计，金属棒下滑过程中始终与导轨接触良好，重力加速度 *g* 取 10 m/s2）

*U*/V

*I*/A

（b）

0

0.2

0.4

0.6

2

4

6

R

*R*0

S

电流传感器

电压传感器

*B*

（a）

（1）求金属棒达到匀速运动时的速度 *v*；

（2）求金属棒的质量 *m*；

（3）在金属棒匀速运动时合上 S，求经过足够长时间后金属棒的动能 *E*k。

# 参考答案

一、选择题（共40分，第1-8小题，每小题3分，第9-12小题，每小题4分）

1．B 2．D 3．A 4．C 5．B 6．B

7．C 8．D 9．A 10．D 11．C 12．B

二、填空题（共20分，第14题第一空2分，第二、三空各1分；其余每空2分）

13．2，24 14．平均动能，减小 15．2×1016，3.75×1014

16．kg·m2·s−2·K−1·mol−1，0.5 17．可以，

三、综合题（共40分）

18．（10分）（1）电压 （2）大于

（3）

a

b

c

d

e

电源

A

f

B

（4）C

19．（15分）

*G*

*F*

*N*

（1）受力分析如图所示，由牛顿第二定律可得：

*F* − *mg*sin*θ* = *ma*

*a* = − *g*sin*θ*

由匀变速直线运动公式可得：

*l* = *at*02 = (− *g*sin*θ*) *t*02

解得：*F* = *mg*sin*θ* +

（2）由匀变速直线运动公式可得：*l* = *t*0，解得：*v*B =

拉力功率：*P*B = *Fv*B = +

（3）如图所示

*O*

*t*

*v*

【分析过程】AB过程中，物体做初速为零的匀加速直线运动，图线为过原点的倾斜直线。

BC过程中，由*F* = 可知，在*P*不变的情况下，*v*减小，导致*F*增大；

由牛顿第二定律：*mg*sin*θ* + *f* − *F* = *ma*，*F*增大，合外力减小，加速度减小，物体做加速度不断减小的减速运动，图线为斜率减小的曲线。

理论上需要无穷长的时间才到达到匀速，图线末端最好画渐近线，画成平行直线应该不会扣分吧。

20．（1）由图（b）可知，当金属棒达到匀速时，R两端的电压稳定在6 V，且导轨和金属棒的电阻忽略不计。则有：

*E* = *U* = *BLv*

*v* = = m/s = 10 m/s

（2）金属棒匀速运动时处于受力平衡状态，由图（b）可知此时通过金属棒的电流*I* = 0.5 A。可得：

*mg* = *BIL*

*m* = = kg = 0.03 kg

（3）（合上S后，金属棒做加速度不断减小的减速运动）经过足够长的时间后，棒仍做匀速直线运动，此时仍处于受力平衡状态，因此通过棒的电流不变，仍为*I* = 0.5 A。

设此时电阻*R*两端的电压为*U*R，通过电阻*R*的电流为*I*R，通过*R*0的电流为*I*0，应满足：

*I*R = *I*－*I*0

*I*R = 0.5 −

*U*R = 5 − 10*I*R

在图（b）中画出这个方程对应的图线，与*R*的伏安特性曲线的交点的意义就是此时的工作点，解得 *U*R = 2 V，*I*R = 0.2 A。

*U*/V

*I*/A

0

0.2

0.4

0.6

2

4

6

（不画图，通过在图像上找到满足方程 *U*R = 5 − 10*I*R 的点，即(0.3,2)，不知会不会扣分？）

设此时匀速运动的速度大小为 *v*ʹ，则有：

*U*R = *BLv*ʹ

*v*ʹ = = m/s = m/s

*E*k = *mv*ʹ2 = 0.5×0.03×J = J

# 解析

1．【解析】β粒子是电子，β衰变的本质是原子核中的1个中子转变为1个质子和1个电子，对应的核反应方程为：10n→11H＋0−1e。正确选项为B。

2．【解析】电子的质量很小，与α粒子碰撞后几乎不会影响它的轨迹，选项A错误；

α粒子是氦原子核，带正电，与同样带正电的原子核间存在相互排斥的库仑力，正是这个力使α粒子发生的大角度偏转。选项D正确，B、C错误。

3．【解析】O为波源，它在绳上会产生两列分别向左、右传递的波，选项B、D错误；

波速由介质决定，在同一根弹性绳上这两列波波速相同，由*λ* = 可知，随着频率的增大，波长会随之变小。正确选项为A。

4．【解析】探测器在水平方向上匀速移动，处于受力平衡状态，探测器推力的方向应竖直向上，则喷气方向为竖直向下。正确选项为C。

5．【解析】温度越高，分子无规则运动越剧烈，或者说更加杂乱无章，具有最大比例的速率区间会向高温段偏移，所以*T*1＜*T*2；

此图像的面积的物理意义为所有速率分子所占概率之和，为100%或者说成1，*S*1 = *S*2（这个让高中生分析有点难啊，幸亏前两个选项简单）。

正确选项为B。

6．【解析】*v*–*t* 图线与*t*轴所围“面积”的物理意义即该段时间内物体运动的位移，*s* = *S*圆 = = 2π，平均速度为 $\overbar{v}$ = = m/s。正确选项为B。

7．【解析】正电荷受到的电场力方向与电场方向相同，因此电场力做正功，电势能减小。正确选项为C。

8．【解析】玻璃管绕顶端**缓慢**转动，可以看成等温变化。转动过程中水银柱的竖直高度减小，产生的压强也减小，气体压强 *p* = *p*0 − *ρgh*随之增大，由玻意耳定律可知，气体体积减小。正确选项为D。

9．【解析】若小球向右运动，由频闪照片可知单位时间内通过的位移越来越大，小球做加速运动，加速度方向向右；若小球向左运动，单位时间内通过的位移越来越小，小球做减速运动，加速度方向仍向右。正确选项为A。

10．【解析】直线电流产生的磁感线为以直导线为圆心的一组不等距同心圆环，是非匀强磁场，该磁场的磁感应强度随直导线中电流的增大而增大。正确选项为D。

【2011学年卢湾一模】某长直导线中分别通以如图所示的电流，则下列说法中正确的是（ ）

*t*

*I*

*O*

*t*

*I*

*O*

*t*

*I*

*O*

*t*

*I*

*O*

①

②

③

④

（A）图①所示电流周围产生匀强磁场

（B）图②所示电流周围的磁场是稳定的

（C）图③所示电流周围各点的磁场方向在0～*t*1时间内与*t*1～*t*2时间内的方向是相反的

（D）图④所示电流周围的磁场先变强再变弱，磁场中各点的磁感强度方向不变

11．【解析】由机械能守恒定律：*m*()2 = *mgR* + *mv*2，解得*v* = 0；由于*v* = 0，所以*F*向 = 0，即此时内壁对小球没有弹力作用，小球只受重力，*a* = *g*≠0。正确选项为C。

12．【解析】由*E* = = 可知，*F*-*q*图中的点的斜率表示该点所在位置处的电场强度，且距离场源电荷*Q*越远，斜率越小。正确选项为B。

*O*

*q*

*F*

a

b

*E*a

*E*b

【2004学年虹口一模】如图所示，表示一个电场中a、b、c、d四点分别引入检验电荷时，测得检验电荷所受的电场力跟电量间的函数关系图象，那么下列说法中正确的是（ ）

O

*F*

a

b

c

d

*q*

（A）该电场是匀强电场

（B）a、b、c、d四点场强的大小关系是*E*d＞*E*a＞*E*b＞*E*c

（C）这四点场强的大小关系是*E*a＞*E*b＞*E*c＞*E*d

（D）无法判断a、b、c、d四点场强的大小关系

13．【解析】（1）中子数为核子数减去质子数，即 3 − 1 = 2个；

（2）根据半衰期的定义，氚核减少到原来的1/4用时2个半衰期，即24年。

14．【解析】（1）温度是分子平均动能的标志，温度减低，平均动能减小。（查了一下教科书：“我们把这个平均值叫做分子热运动的平均动能，简称分子动能。”，学生漏写平均2字会扣分吗？）

（2）由查理定律可知，在体积不变的情况下，一定质量气体的压强随温度的降低而减小，即对瓶壁单位面积的平均作用力减小。

15．【解析】（1）*P* = = W = 2×1016 W；

（2）*f* = = Hz = 3.75×1014 Hz

16．【解析】（1）由*W* = *Fs*和*F* = *ma*可知，单位焦耳（J）可以表示为N·s，并进一步表示为kg·m2·s−2，因此C的单位J·K−1·mol-1可以表示为kg·m2·s−2·K−1·mol−1；

（2）𝛼的单位可以表示为[kg·m2·s-2·K−1·mol−1][K][kg−1·mol] = [m2·s−2]，而速度*v*的单位可以表示为[m·s−1]，比较两者可知*λ* = 0.5。

17．【解析】（1）由于BO间水平距离为*d*远小于细线长度，因此摆角*θ*也很小，可以看成小于5°，B球的摆动可以视为简谐运动。

（2）开始时B球在三个力的作用下平衡，有：*G* = *mg*tan*θ*，可求得*G* = ≈= ；

移去A球后，B球做简谐振动，周期*T* = 2π，可求得：*g* = ，代入上式可得：*G* = 。

18．【解析】（1）本实验测量的是两点间的电势差，即电压，因此使用的是电压传感器；

（2）“传感器的红、黑色探针分别接触图中的d、f两点时，传感器示数小于零”，说明红色探针所在位置d的电势较低，可以推断A电极与电源正极相连，进一步可知*φ*d＞*φ*e，将黑色探针换到e点，测量的是低电势，所以示数大于零；

（3）如图所示：

a

b

c

d

e

电源

A

f

B

（4）这个实验通过电源接上接线柱，在导电物质上产生的稳恒电流场模拟一对等量异种点电荷产生的静电场。正确选项为C。

# 2021上海学业水平等级性考试物理试卷专家点评

上海市教育考试院邀请相关学科专家从试卷结构、考查内容、学科核心素养等多个角度对试卷进行了分析解读。大家一致认为，今年物理学科等级考试卷突出了核心素养的考查，物理观念与科学思维并重，对学科教学起到了积极的引导作用。

一、全卷结构稳定，容量和梯度合理

试卷注重物理学科基础知识和主干内容的考查。全卷共20题，分为选择题、填空题、综合题三类，题型和题量与往年保持一致。其中，力学约占42%，电磁学约占36%，热学约占10%，光学和原子物理约占12%。实验内容分布在全卷中，各知识版块占比合理。试题难度分布与学业水平要求基本吻合，梯度合理。

二、注重科学思维，建模和推理并重

多道试题关注科学思维方法，较为突出地考查了模型建构和科学推理的能力。例如测量引力常量的实验原理试题，要求考生通过建构共点力平衡模型和单摆运动模型，用已有的知识和规律，找到测量引力常量的新方法；又如物体在斜面上做变速运动的物理情境，要求考生运用功率、牛顿第二定律等概念和规律进行推理，对物体的运动性质做定性描述。

三、重视表达方式转化，凸显物理观念考查

用图像表述物理现象、概念和规律是物理学科的一大特色，有较多的试题都借助图像来创建情境，设置问题。例如通过理解*v*-*t*图像面积的物理意义求解平均速度，又如用*F*-*q*图像描述点电荷的电场强度等。

有不少试题注重考查考生在“文字表述、数学公式、函数图像”三种表达方式之间的转化，指向物理概念、规律的深刻理解和灵活应用，凸显对物理观念既要知其然更要知其所以然的考核。例如电磁感应综合题，就需要考生在三种表达方式之间流畅转化，有效考查了运动与相互作用观念、能量观念。

四、关注国家科技发展，激发民族自豪感

试题关注国家科技成就和科学前沿的进展，将我国重大的科学技术成就作为问题情境，在问题解决中体现了STSE。例如“天问一号”火星探测器的运行状态与所受作用力的关系问题，将学科主干知识与我国的太空探索相结合。又如太空飞行器的喷气速率问题，涉及国际单位制的变换，而国际单位制是物理量的基础要素，有利于考生感受最新的科技前沿与学科基础之间的关系。再如上海科学家研发出高性能激光器的试题情境，能让考生感受到物理前沿就在家门口，激发对祖国的自豪感与责任感。

五、试题多源于教材，正向引导学科教学

试卷中不少试题来源于教材，增强了考生对情境素材的亲近感，又不是完全照搬教材，均对原型进行了创造性的改造。既提升了考生的入题信心，又考查了知识迁移能力。例如教材中单绳单向传播的物理情境在试卷中以同一波源单绳双向传播的方式呈现；又如教材中有关自由落体运动这一特殊运动形式的频闪照片，在试卷中被改造成了具有一般意义的变速直线运动。这种考法有利于减少“机械刷题”现象，突出教考一致，回归学科教学本源。

