南京理工大学 2023 年硕士研究生招生考试

845 普通物理（B）

南京理工大学 2023 年硕士研究生招生考试 · 满分 150 分 · 考试时间 180 分钟

考生须知

1. 本卷按招生单位公布的官方原卷逐题重排，题干、选项与图示据原卷整理。
2. 答案与解析由本站重新编撰，仅供教学研究；原卷文字与命题版权归命题单位。
3. 请在答题纸上作答，题号与原卷保持一致；作图题须写出必要的文字说明与公式。

一、填空题（共 40 分）

1. 质量为 m 的小车以速度 v_0 作匀速直线运动，刹车后受到的阻力与车速成正比而反向，即 $f=-kv$（k 为正常数）。以刹车时刻作为计时起点，则 t 时刻小车的速度 $v(t)=$（1）_____；t 时刻小车的加速度 $a(t)=$（2）_____。

2. 一力作用在质量为 $1.0\ \mathrm{kg}$ 的质点上，使此质点沿 x 轴运动。已知在此力作用下质点的运动方程为 $x=3t-2t^2+t^3$。则在 $0\sim 4\ \mathrm{s}$ 的时间间隔内，力 F 的冲量大小为 $I=$（3）_____$\mathrm{N\cdot s}$；力 F 对质点所做的功 $A=$（4）_____J。

3. 系统由一个质量为 m 的细杆和一个质量为 M 的小球组成，杆和球的尺寸如图 1。求绕过 A 点的轴转动时的转动惯量为（5）_____。

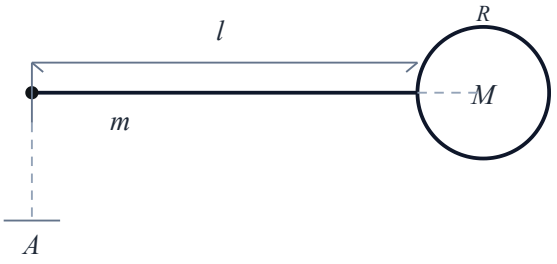


图 1

4. 劲度系数为 k 的弹簧振子，其初动能为 E_{k0}，初势能为 E_{p0}，则其振幅为 $A=$（6）_____；当它的位移为 $x=$（7）_____时动能与势能恰好相等。

5. 由公式 $C_{p,m}=C_{V,m}+R$ 可知，ν 摩尔理想气体定压过程温度升高 $1\ \mathrm{K}$ 时，气体对外做功为（8）_____，吸收的热量为（9）_____。

6. 一导体薄球壳的半径为 R，球壳内有一点电荷 q，点电荷偏离球心的距离为 r（$r<R$），则在球心处的电势 $V=$（10）_____。

7. 如图 2 所示，两个半径为 R 的相同导体细圆环，相互垂直放置，且两接触点 A、B 的连线为环的直径。现有电流 I 沿 AB 连线方向由 A 端流入，再由 B 端流出，则环中心 O 点处的磁感应强度的大小为（11）_____。

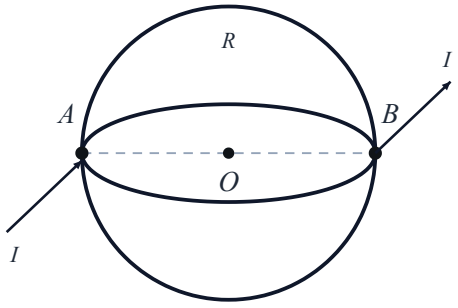


图 2

8. 如图 3 所示，一长为 L 的金属棒 OA 处在均匀的磁场 $\vec{B}$ 中绕其一端 O 以匀角速度 ω 逆时针旋转，则金属棒中产生的感应电动势大小为（12）_____，方向为（13）_____。

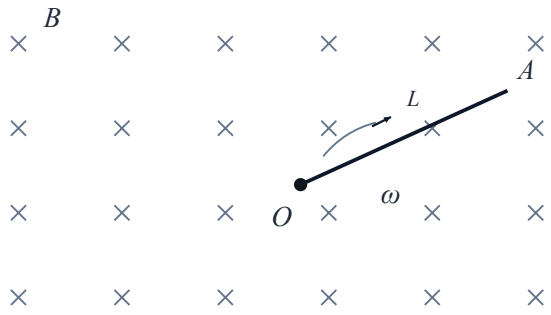


图 3

9. 在杨氏双缝装置中，用一块薄云母片盖住其中的一条缝，已知云母片的折射率为 1.58，发现第七条明纹极大恰好位于原中央零级明纹处。若入射光波长为 $500\ \mathrm{nm}$，则云母片的厚度为（14）_____。

10. 夫琅和费单缝衍射实验中，缝宽 $a = 0.40\ \mathrm{mm}$，以波长 $\lambda = 589\ \mathrm{nm}$ 单色光垂直照射，透镜焦距 $f = 1.0\ \mathrm{m}$，则第二级明纹距屏中心的距离约为（15）_____mm。

11. 一粒子的静质量为 m_0，粒子的速率为 kc（$k < 1$），c 为真空中的光速，则粒子的运动质量是静质量的倍数（16）_____。

12. 光电效应实验中，单位时间内从金属表面逸出的光电子的数目为 n，则电路中饱和光电流 $I_s =$（17）_____。根据爱因斯坦的光子假说，频率为 ν 的光入射到某金属上，若单位时间内垂直光传播方向上单位面积内通过的光子数为 N，则该光束的能流密度 $S =$（18）_____。

13. 宇宙大爆炸遗留在宇宙空间的均匀背景热辐射相当于 $T = 3\ \mathrm{K}$ 的黑体辐射。则此辐射的单色辐射本领极大值对应的电磁波波长为（19）_____；地球表面接收此辐射的总功率为（20）_____（取地球半径 $R = 6.4 \times 10^6\ \mathrm{m}$）。

二、计算题（共 110 分）

14. 一质量为 $1\ \mathrm{kg}$、初速度为 0 的物体在水平推力 $F=3t^2\ (\mathrm{N})$ 的作用下，在光滑的水平面上作直线运动。求：（1）在第 2 秒内物体获得的冲量大小；（2）在第 2 秒末物体的速度大小；（3）在 2 秒内外力对该物体做的功；（4）在 2 秒内物体的动能增量。

15. 一绕定轴旋转的刚体，其转动惯量为 I，转动角速度为 ω_0。现受一与转动角速度的平方成正比的阻力矩作用，即 $M=-k\omega^2$，$k(k>0)$ 为比例系数。试求此刚体转动的角速度以及刚体从 ω_0 到 $\omega_0/2$ 所需时间。

16. 同一介质中的两相干波源 B、C，如图 4 所示，相距 $30\ \mathrm{m}$，它们的振幅相同为 A，波源 B 的初相为 π，波源 C 的初相为 0，频率均为 $100\ \mathrm{Hz}$，波速为 $u=400\ \mathrm{m/s}$。求：（1）在 BC 间任取一点 P，P 点到 B 点距离为 x，求两波源各自在 P 点引起的分振动方程；（2）BC 间发生因干涉相消的各点的位置。

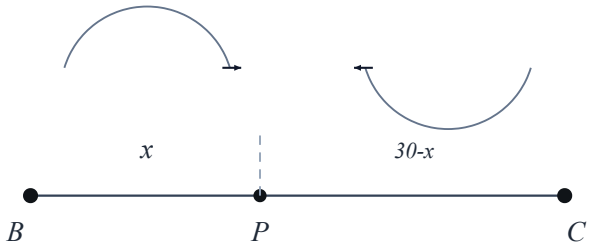


图 4

17. $1\ \mathrm{mol}$ 氧气，可视为理想气体，由体积 V_1 按照 $P=KV^2$（K 为已知常数）的规律膨胀到 V_2。试求：（1）气体所作的功；（2）气体吸收的热量；（3）该过程中气体的摩尔热容。

18. 一导体球半径为 R_1，其外同心地罩以内、外半径分别为 R_2 和 R_3 的厚导体球壳。此系统带电后内球电势为 U，外壳所带电量为 Q。求：（1）内球所带电量 q；（2）各处的电势和电场分布（用 r、q 和 Q 等表示）。

19. 一平面光刻光栅，每厘米有 2500 条狭缝，刻痕宽度 b 是缝宽的 3 倍。若波长 $\lambda_0 = 500\ \mathrm{nm}$ 的单色平行光垂直入射到该光栅上，求：（1）光栅常数；（2）在单缝衍射中央明纹区内，最多可见多少条主极大明纹；（3）第一级主极大明纹的衍射角（用弧度表示）；（4）若用 λ_0 和 λ 两单色光同时照射，则 λ 的第 5 级与 λ_0 的第 4 级主极大明纹重合，求波长 λ。

20. 若把能量 $0.51 \times 10^{6}\ \mathrm{eV}$ 给予电子，并使其垂直于匀强磁场运动，则其运动径迹是半径为 $2.0\ \mathrm{cm}$ 的圆。问：（1）该磁场的磁感应强度 B 为多大？（2）该电子的动质量是静质量的多少倍？

21. 在天文学中，常用斯特藩—玻尔兹曼定律确定恒星的半径。已知某恒星到达地球的每单位面积上的电磁辐射功率为 $1.2 \times 10^{-8}\ \mathrm{W/m^2}$，恒星离地球距离为 $4.3 \times 10^{17}\ \mathrm{m}$，表面温度为 $5200\ \mathrm{K}$。若恒星辐射与黑体相似，求恒星的半径。

22. 具有能量 $15\ \mathrm{eV}$ 的光子，被氢原子中处于第一玻尔轨道的电子所吸收而产生一个光电子。问此光电子远离质子时的速度多大？其德布罗意波长是多少？

23. 横截面为正方形的一根导线 ab，长为 l，质量为 m，电阻为 R。这根导线沿着两条平行的导电轨道无摩擦地下滑，轨道的电阻可忽略不计。如图 5 所示，另一根与 ab 导线平行的无电阻的导线，接在这两个平行轨道的底端，组成一矩形的闭合导电回路。导电轨道所在平面与水平面成 θ 角。整个系统处在竖直向上的均匀磁场 B 中。求：（1）导线 ab 下滑时，最终达到的稳定速度大小；（2）证明（1）问的结果与能量守恒定律是一致的。

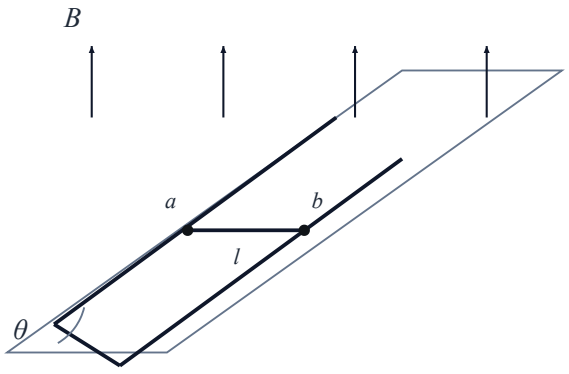


图 5