

平成 28 年度 個別学力試験 問題

理 科

(医 学 科)

解答時間 120 分

配 点 100 点

科 目	ページ
物 理	1 ページ～8 ページ
化 学	9 ページ～13 ページ
生 物	14 ページ～20 ページ

問題冊子には上記の 3 科目の問題が載っていますが、2 科目を選択して解答しなさい。

注意事項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子及び解答冊子の中を見てはいけません。
2. 監督者の指示に従い、すべての解答冊子の所定の欄に氏名をはっきり記入しなさい。
ただし、表紙には受験番号も必ず記入しなさい。
3. 監督者の指示に従い、選択する科目の解答冊子の選択科目確認欄に○印を記入しなさい。正しく○印が記入されていない解答は無効とすることがあります。
4. 試験開始の合図のあとで問題冊子のページを上記の表に基づいて確認しなさい。
5. 解答はすべて選択した科目の解答冊子の指定された解答欄に記入しなさい。
6. 解答冊子のどのページも切り離してはいけません。
7. 下書きは問題冊子の余白部分を使用しなさい。
8. 試験時間中に問題冊子及び解答冊子の印刷不鮮明、ページの落丁及び汚損等に気がついたら場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
9. 解答冊子はすべて持ち帰ってはいけません。
10. 問題冊子は持ち帰ってもかまいません。

物 理

1. 物理は全部で3問題あり，合計8ページあります。
2. すべての問題に解答しなさい。
3. 解答冊子は1問題に1ページずつ合計3ページあります。
4. 解答は解答冊子の所定の欄に記入しなさい。

- 1 次の文章を読んで、あとの問いに答えなさい。ただし、解答欄には最終結果だけでなく、解答に至る過程の説明を必ず記入しなさい。

糸と小球、小物体、台車を用いた次の【実験1】～【実験3】を行った。小球、小物体の大きさ、および糸の質量は無視でき、また、糸は伸びない。空気抵抗は無視でき、重力加速度の大きさは g [m/s²] とする。

【実験1】

図1-1のように、長さ L [m] の糸の先端に質量 m [kg] の小球1をつけ、他端を点 O に固定する。また長さ $\frac{L}{2}$ [m] の糸の先端に質量 m' [kg] の小球2をつけ、他端を点 A に固定する。小球2を鉛直下方に静止させておき、小球1を鉛直方向となす角 θ のところから静かに離すと小球1と小球2が弾性衝突する。

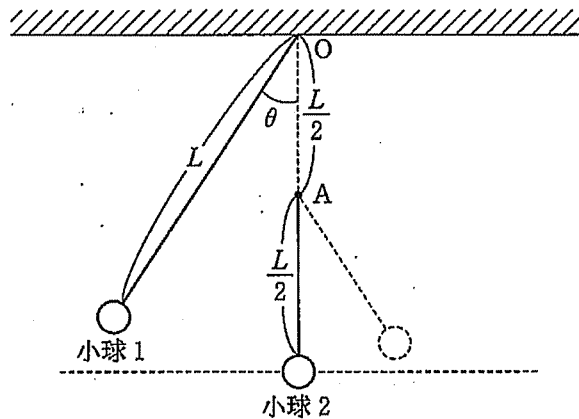


図1-1

【実験2】

次に、図1-2のように、長さ L [m] の糸の先端に質量 m [kg] の小球1をつけ、他端を点 O に固定する。小球を水平面内で角速度 ω [rad/s] で等速円運動させたところ、糸の傾きは鉛直方向に対して θ [rad] であった。

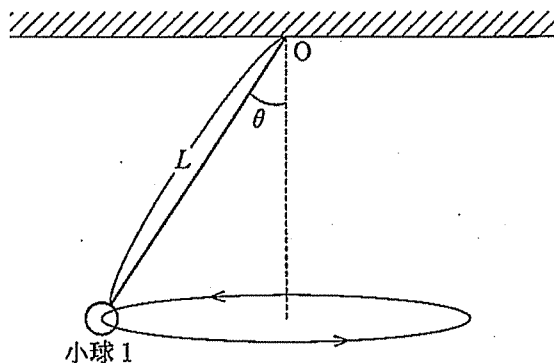


図1-2

【実験 3】

図 1—3 のように、長さ L (m) の糸の先端に質量 m (kg) の小球 1 をつけ、他端を点 O に固定する。質量 $2m$ (kg) の台車は水平な床の上であり、質量 m (kg) の小物体は台車の端 (点 B) に静止している。床および台車の上はなめらかで、台車の左側は水平で、点 C から右側は半径 L (m) の円弧となって上がっている。小球 1 を鉛直方向となす角 θ (rad) のところから静かに離すと、小球 1 は最下点で小物体と非弾性衝突 (衝突係数 e) し、その後、小物体は右方向に運動し、最高点まで達した後、再び台車の端に戻ってくる。

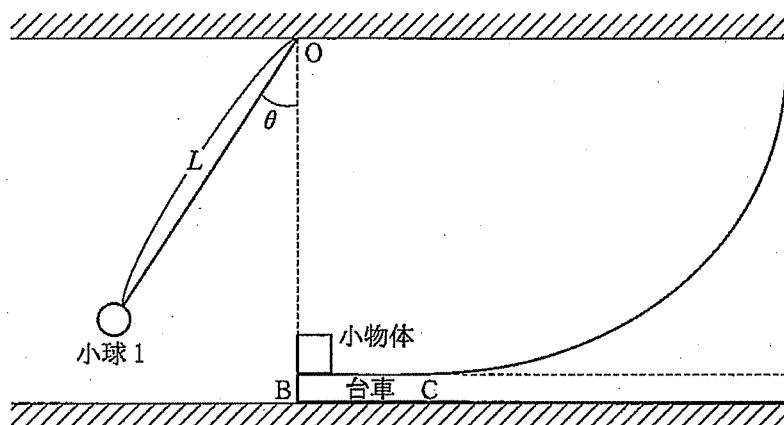


図 1—3

- 問 1 【実験 1】で小球 1 が初めて小球 2 に衝突する直前の小球 1 の速度の大きさを求めなさい。
- 問 2 【実験 1】で小球 1 と小球 2 の衝突直後の速度をそれぞれ求めなさい。ただし、速度の正の方向を右方向とする。
- 問 3 上の問 2 の衝突後、小球 2 が到達する最高点の高さを、衝突前の位置を基準として求めなさい。
- 問 4 上の問 3 で求めた最高点の高さが L (m) に比べて充分小さいとして、衝突から小球 2 が最高点に達するまでに要する時間を求めなさい。
- 問 5 【実験 2】で小球 1 がつながっている糸の張力の大きさを求めなさい。
- 問 6 【実験 2】で小球 1 に働く水平方向の力のつりあいの式を示し、これを用いて、小球 1 の回転周期を L, g, θ を用いて表しなさい。
- 問 7 【実験 3】で衝突後の小物体が最高点に達したとき台車の速度の大きさを求めなさい。
- 問 8 上の問 7 で小物体が達する最高点の高さを、点 B を基準として求めなさい。
- 問 9 小物体は最高点に達した後ふたたび台車の端にいたる。このときの小物体と台車の速度を求めなさい。ただし、速度の正の方向を右方向とする。

2 次の文章を読んで、あとの問いに答えなさい。ただし、解答欄には最終結果だけでなく、解答に至る過程の説明を必ず記入しなさい。

図2のように、起電力 E_1 [V]、 E_2 [V] の電池、抵抗値 R_1 [Ω]、 R_2 [Ω]、 R_3 [Ω] の抵抗器、電気容量 C [F] のコンデンサー、スイッチ S_1 、 S_2 、 S_3 からなる回路がある。はじめ、3つのスイッチはすべて開いており、コンデンサーに電荷は溜まっていなかった。また、導線や電池内部などの抵抗は無視できるものとする。

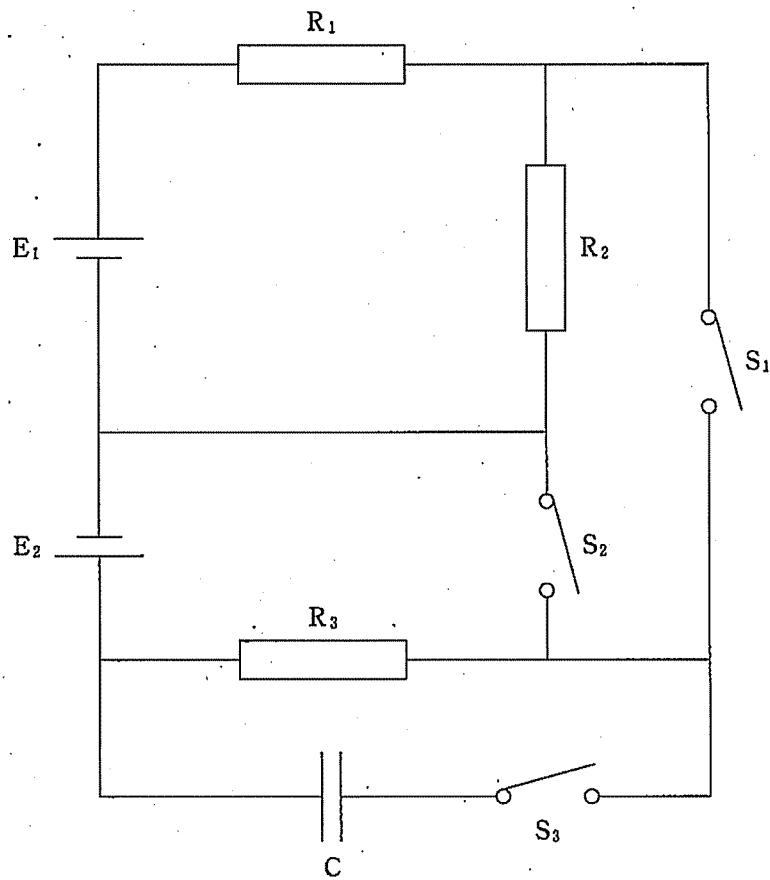


図2

問 1 3つのスイッチが全て開いているとき、抵抗 R_2 で消費される電力を求めなさい。

問 2 スイッチ S_3 を開いたまま、スイッチ S_1 と S_2 を閉じたとき、抵抗 R_1 と抵抗 R_2 に流れる電流の大きさをそれぞれ求めなさい。

問 3 スイッチ S_2 と S_3 を開いたまま、スイッチ S_1 だけを閉じたとき、抵抗 R_2 に流れる電流の大きさを求めなさい。

問 4 スイッチ S_1 , S_2 , S_3 を全て閉じた状態でじゅうぶんに時間が経過したとき、コンデンサーに蓄えられている電荷の大きさを求めなさい。

問 5 スイッチ S_1 を開いたまま、スイッチ S_2 と S_3 を閉じてじゅうぶんに時間が経過したあと、スイッチ S_2 を開いた。スイッチ S_2 を開いてから電流が流れなくなるまでの間に抵抗 R_3 で発生するジュール熱の総量を求めなさい。

次に、電池 E_2 を取り外し、代わりに最大電圧 V_0 [V]、角周波数 ω [rad/s] の交流電源をつないだ。

問 6 スイッチ S_1 を開いたまま、スイッチ S_2 と S_3 を閉じて回路に電流を流し続けたとき、コンデンサーに流れる電流とコンデンサーに加わる電圧の位相はどちらがどれだけ進んでいるか、理由を含めて答えなさい。

問 7 上の問 6 の回路のインピーダンス (交流電源から供給される電圧と電流の最大値の比) を求めなさい。

3 次の文章を読んで、あとの問いに答えなさい。ただし、問4～問7については、解答欄には最終結果だけでなく、解答に至る過程の説明を必ず記入しなさい。

原子には同じ原子番号を持ちながら違う質量を持つものが存在しており、これを(ア)と呼ぶ。(ア)の質量が違うのは、原子核を構成する(イ)の数がそれぞれ異なるからである。(ア)の中には、その原子核が不安定で自然状態で長く存在し続けることができないものがあり、これを特に(ウ)と呼ぶ。(ウ)はある一定の確率で崩壊し、別の原子の原子核に変化する。例えば、ウランの(ウ)のひとつである ^{238}U は α 崩壊を起こし、(エ)の原子核(α 粒子)を放出してトリウムに変化する。このようにしてできたトリウムの原子番号は(オ)、質量数は(カ)となる。いま、 α 崩壊によって α 粒子が E_0 [MeV]の運動エネルギーを持って真空中に水平に放出されたとしよう。これを上から見た図3のように、アルファ粒子の進行方向前方に厚さ d [m]の長方形領域があり、 B_0 [T]の磁場が鉛直上向きに印加されているとする。このとき磁場領域を通り抜ける α 粒子は(キ)力の作用を受けて、進行方向を基準に(A)方向に角度 θ_0 [rad]だけ曲げられて出てくる。同様に炭素 ^{14}C は β 崩壊を起こし、 β 線(電子)を放出して(B)に変わる。炭素 ^{14}C の半減期は 5.7×10^3 年である。

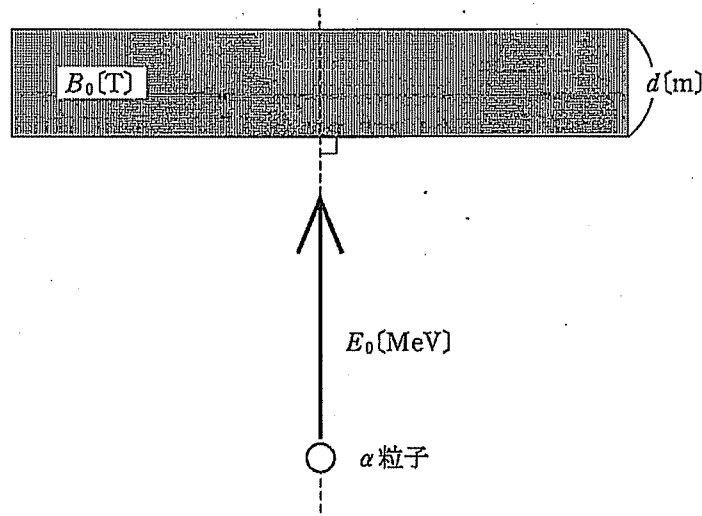


図3

問 1 空欄(ア)~(キ)に当てはまる語句, 数字を答えなさい。

問 2 空欄(A)に当てはまる語句を, 上, 下, 左, 右から選び, 答えなさい。

問 3 空欄(B)に当てはまる表記を ${}^{235}\text{U}$ や ${}^{12}\text{C}$ などにならって答えなさい。

問 4 $\sin\theta_0$ を表す式を答えなさい。ただし, α 粒子の質量を m_α [kg], 電子の電荷を e [C]とする。

問 5 ベータ崩壊で放出された電子のひとつが1.2[keV]の運動エネルギーを持っていたとする。このときの電子のド・ブローイ波長を求めなさい。ただし, 電気素量を 1.6×10^{-19} [C], 電子の質量を 9.1×10^{-31} [kg], プランク定数を 6.6×10^{-34} [J·s]とする。

問 6 ある地層から出土した貝殻に含まれる ${}^{14}\text{C}$ と ${}^{12}\text{C}$ の量の比(${}^{14}\text{C}/{}^{12}\text{C}$)を測定したところ, 現在の大気中の二酸化炭素における値の28%を示した。この貝殻は何年前のものか推定されるかを答えなさい。ただし, 大気中の二酸化炭素における ${}^{14}\text{C}/{}^{12}\text{C}$ の値は一定に保たれているとしてよい。また, 表3の常用対数表を用いてもよい。

問 7 炭素 ${}^{14}\text{C}$ を含む試料があり, その放射能の強さを測定したところ129[Bq]であった。試料中に ${}^{14}\text{C}$ 以外の不安定な原子核は含まれていないものとしたとき, この試料に含まれる ${}^{14}\text{C}$ 原子の数を求めなさい。ただし, e を底とする自然対数では, $|x|$ が1よりじゅうぶん小さいとき, $\log_e(1+x) \approx x$ と近似できること, および, $\log_e 2 = 0.6931$ であることを用いてよい。

注) Bq(ベクレル)は放射能の強さを示す単位で, 1秒あたりに崩壊する原子核の個数を表している。

表3 常用对数表($\log_{10}(a + 0.01b)$)

a \ b	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.0	0.00000	0.00432	0.00860	0.01284	0.01703	0.02119	0.02531	0.02938	0.03342	0.03743
1.1	0.04139	0.04532	0.04922	0.05308	0.05690	0.06070	0.06446	0.06819	0.07188	0.07555
1.2	0.07918	0.08279	0.08636	0.08991	0.09342	0.09691	0.10037	0.10380	0.10721	0.11059
1.3	0.11394	0.11727	0.12057	0.12385	0.12710	0.13033	0.13354	0.13672	0.13988	0.14301
1.4	0.14613	0.14922	0.15229	0.15534	0.15836	0.16137	0.16435	0.16732	0.17026	0.17319
1.5	0.17609	0.17898	0.18184	0.18469	0.18752	0.19033	0.19312	0.19590	0.19866	0.20140
1.6	0.20412	0.20683	0.20952	0.21219	0.21484	0.21748	0.22011	0.22272	0.22531	0.22789
1.7	0.23045	0.23300	0.23553	0.23805	0.24055	0.24304	0.24551	0.24797	0.25042	0.25285
1.8	0.25527	0.25768	0.26007	0.26245	0.26482	0.26717	0.26951	0.27184	0.27416	0.27646
1.9	0.27875	0.28103	0.28330	0.28556	0.28780	0.29003	0.29226	0.29447	0.29667	0.29885
2.0	0.30103	0.30320	0.30535	0.30750	0.30963	0.31175	0.31387	0.31597	0.31806	0.32015
2.1	0.32222	0.32428	0.32634	0.32838	0.33041	0.33244	0.33445	0.33646	0.33846	0.34044
2.2	0.34242	0.34439	0.34635	0.34830	0.35025	0.35218	0.35411	0.35603	0.35793	0.35984
2.3	0.36173	0.36361	0.36549	0.36736	0.36922	0.37107	0.37291	0.37475	0.37658	0.37840
2.4	0.38021	0.38202	0.38382	0.38561	0.38739	0.38917	0.39094	0.39270	0.39445	0.39620
2.5	0.39794	0.39967	0.40140	0.40312	0.40483	0.40654	0.40824	0.40993	0.41162	0.41330
2.6	0.41497	0.41664	0.41830	0.41996	0.42160	0.42325	0.42488	0.42651	0.42813	0.42975
2.7	0.43136	0.43297	0.43457	0.43616	0.43775	0.43933	0.44091	0.44248	0.44404	0.44560
2.8	0.44716	0.44871	0.45025	0.45179	0.45332	0.45484	0.45637	0.45788	0.45939	0.46090
2.9	0.46240	0.46389	0.46538	0.46687	0.46835	0.46982	0.47129	0.47276	0.47422	0.47567
3.0	0.47712	0.47857	0.48001	0.48144	0.48287	0.48430	0.48572	0.48714	0.48855	0.48996
3.1	0.49136	0.49276	0.49415	0.49554	0.49693	0.49831	0.49969	0.50106	0.50243	0.50379
3.2	0.50516	0.50651	0.50786	0.50920	0.51055	0.51188	0.51322	0.51455	0.51587	0.51720
3.3	0.51851	0.51983	0.52114	0.52244	0.52375	0.52504	0.52634	0.52763	0.52893	0.53020
3.4	0.53148	0.53275	0.53403	0.53529	0.53655	0.53782	0.53908	0.54033	0.54158	0.54283
3.5	0.54407	0.54531	0.54654	0.54777	0.54900	0.55023	0.55145	0.55267	0.55388	0.55509
3.6	0.55630	0.55751	0.55871	0.55991	0.56110	0.56229	0.56348	0.56467	0.56585	0.56703
3.7	0.56820	0.56937	0.57054	0.57171	0.57287	0.57403	0.57519	0.57634	0.57749	0.57864
3.8	0.57978	0.58092	0.58206	0.58320	0.58433	0.58546	0.58659	0.58771	0.58883	0.58995
3.9	0.59106	0.59218	0.59329	0.59439	0.59550	0.59660	0.59770	0.59879	0.59988	0.60097
4.0	0.60206	0.60314	0.60423	0.60531	0.60638	0.60746	0.60853	0.60959	0.61066	0.61172
4.1	0.61278	0.61381	0.61480	0.61595	0.61700	0.61805	0.61909	0.62014	0.62118	0.62221
4.2	0.62325	0.62428	0.62531	0.62634	0.62737	0.62839	0.62941	0.63043	0.63144	0.63246
4.3	0.63347	0.63448	0.63548	0.63649	0.63749	0.63849	0.63949	0.64048	0.64147	0.64246
4.4	0.64345	0.64444	0.64542	0.64640	0.64738	0.64836	0.64933	0.65031	0.65128	0.65225
4.5	0.65321	0.65418	0.65514	0.65610	0.65705	0.65801	0.65896	0.65992	0.66087	0.66181
4.6	0.66276	0.66370	0.66464	0.66558	0.66652	0.66745	0.66839	0.66932	0.67025	0.67117
4.7	0.67210	0.67302	0.67394	0.67486	0.67578	0.67669	0.67761	0.67852	0.67943	0.68034
4.8	0.68124	0.68215	0.68305	0.68395	0.68485	0.68574	0.68664	0.68753	0.68842	0.68931
4.9	0.69020	0.69108	0.69197	0.69285	0.69373	0.69461	0.69548	0.69636	0.69723	0.69810
5.0	0.69897	0.69984	0.70070	0.70157	0.70243	0.70329	0.70415	0.70501	0.70586	0.70672
5.1	0.70757	0.70842	0.70927	0.71012	0.71096	0.71181	0.71265	0.71349	0.71433	0.71517
5.2	0.71600	0.71684	0.71767	0.71850	0.71933	0.72016	0.72099	0.72181	0.72263	0.72346
5.3	0.72428	0.72509	0.72591	0.72673	0.72754	0.72835	0.72916	0.72997	0.73078	0.73159
5.4	0.73239	0.73320	0.73400	0.73480	0.73560	0.73640	0.73719	0.73799	0.73878	0.73957
5.5	0.74036	0.74115	0.74194	0.74273	0.74351	0.74429	0.74507	0.74586	0.74663	0.74741
5.6	0.74819	0.74896	0.74974	0.75051	0.75128	0.75205	0.75282	0.75358	0.75435	0.75511
5.7	0.75587	0.75664	0.75740	0.75815	0.75891	0.75967	0.76042	0.76118	0.76193	0.76268
5.8	0.76343	0.76418	0.76492	0.76567	0.76641	0.76716	0.76790	0.76864	0.76938	0.77012
5.9	0.77085	0.77159	0.77232	0.77305	0.77379	0.77452	0.77525	0.77599	0.77672	0.77745
6.0	0.77815	0.77887	0.77960	0.78032	0.78104	0.78176	0.78247	0.78319	0.78390	0.78462
6.1	0.78533	0.78604	0.78675	0.78746	0.78817	0.78888	0.78958	0.79029	0.79099	0.79169
6.2	0.79239	0.79309	0.79379	0.79449	0.79518	0.79588	0.79657	0.79727	0.79796	0.79865
6.3	0.79934	0.80003	0.80072	0.80140	0.80209	0.80277	0.80346	0.80414	0.80482	0.80550
6.4	0.80618	0.80686	0.80754	0.80821	0.80889	0.80956	0.81023	0.81090	0.81155	0.81224
6.5	0.81291	0.81358	0.81425	0.81491	0.81558	0.81624	0.81690	0.81757	0.81823	0.81889
6.6	0.81954	0.82020	0.82086	0.82151	0.82217	0.82282	0.82347	0.82413	0.82478	0.82543
6.7	0.82607	0.82672	0.82737	0.82802	0.82866	0.82930	0.82995	0.83059	0.83123	0.83187
6.8	0.83251	0.83315	0.83378	0.83442	0.83506	0.83569	0.83632	0.83696	0.83759	0.83822
6.9	0.83885	0.83948	0.84011	0.84073	0.84136	0.84198	0.84261	0.84323	0.84386	0.84448
7.0	0.84510	0.84572	0.84634	0.84695	0.84757	0.84819	0.84880	0.84942	0.85003	0.85065
7.1	0.85126	0.85187	0.85248	0.85309	0.85370	0.85431	0.85491	0.85552	0.85612	0.85673
7.2	0.85733	0.85794	0.85854	0.85914	0.85974	0.86034	0.86094	0.86153	0.86213	0.86273
7.3	0.86332	0.86392	0.86451	0.86510	0.86570	0.86629	0.86688	0.86747	0.86806	0.86864
7.4	0.86923	0.86982	0.87040	0.87099	0.87157	0.87216	0.87274	0.87332	0.87390	0.87448
7.5	0.87506	0.87564	0.87622	0.87679	0.87737	0.87795	0.87852	0.87910	0.87967	0.88024
7.6	0.88081	0.88138	0.88195	0.88252	0.88309	0.88366	0.88423	0.88480	0.88536	0.88593
7.7	0.88649	0.88705	0.88762	0.88818	0.88874	0.88930	0.88986	0.89042	0.89098	0.89154
7.8	0.89209	0.89265	0.89321	0.89376	0.89432	0.89487	0.89542	0.89597	0.89653	0.89708
7.9	0.89763	0.89818	0.89873	0.89927	0.89982	0.90037	0.90091	0.90146	0.90200	0.90255
8.0	0.90309	0.90363	0.90417	0.90472	0.90526	0.90580	0.90634	0.90687	0.90741	0.90795
8.1	0.90849	0.90902	0.90956	0.91009	0.91062	0.91116	0.91169	0.91222	0.91275	0.91328
8.2	0.91381	0.91434	0.91487	0.91540	0.91593	0.91645	0.91698	0.91751	0.91803	0.91855
8.3	0.91908	0.91960	0.92012	0.92065	0.92117	0.92169	0.92221	0.92273	0.92324	0.92376
8.4	0.92428	0.92480	0.92531	0.92583	0.92634	0.92686	0.92737	0.92788	0.92840	0.92891
8.5	0.92942	0.92993	0.93044	0.93095	0.93146	0.93197	0.93247	0.93298	0.93349	0.93399
8.6	0.93450	0.93500	0.93551	0.93601	0.93651	0.93702	0.93752	0.93802	0.93852	0.93902
8.7	0.93952	0.94002	0.94052	0.94101	0.94151	0.94201	0.94250	0.94300	0.94349	0.94399
8.8	0.94448	0.94498	0.94547	0.94596	0.94645	0.94694	0.94743	0.94792	0.94841	0.94890
8.9	0.94939	0.94988	0.95036	0.95085	0.95134	0.95182	0.95231	0.95279	0.95328	0.95376
9.0	0.95424	0.95472	0.95521	0.95569	0.95617	0.95665	0.95713	0.95761	0.95809	0.95856
9.1	0.95904	0.95952	0.95999	0.96047	0.96095	0.96142	0.96190	0.96237	0.96284	0.96332
9.2	0.96379	0.96426	0.96473	0.96520	0.96567	0.96614	0.96661	0.96708	0.96755	0.96802
9.3	0.96848	0.96895	0.96942	0.96988	0.97035	0.97081	0.97128	0.97174	0.97220	0.97267
9.4	0.97313	0.97359	0.97405	0.97451	0.97497	0.97543	0.97589	0.97635	0.97681	0.97727
9.5	0.97772	0.97818	0.97864	0.97909	0.97955	0.98000	0.98046	0.98091	0.98137	0.98182
9.6	0.98227	0.98272	0.98318	0.98363	0.98408	0.98453	0.98498	0.98543	0.98588	0.98632
9.7	0.98677	0.98722	0.98767	0.98811	0.98856	0.98900	0.98945	0.98989	0.99034	0.99078
9.8	0.99123	0.99167	0.99211	0.99255	0.99300	0.99344	0.99388	0.99432	0.99476	0.99520
9.9	0.99564	0.99607	0.99651	0.99695	0.99739	0.99782	0.99826	0.99870	0.99913	0.99957