www.prepp.in

Prepp
Your Personal Exams Guide

UPSC CSE 2018 MAINS PAPER 7 OCTOBER 07, 2018 PHYSICS OPTIONAL PAPER - II QUESTION PAPER

भौतिकी (प्रश्न-पत्र-II)

समय : तीन घण्टे अधिकतम अंक : 250

प्रश्न-पत्र सम्बन्धी विशेष अनुदेश

(कृपया प्रश्नों के उत्तर देने से पूर्व निम्नलिखित प्रत्येक अनुदेश को ध्यानपूर्वक पढ़ें)

इसमें आठ प्रश्न हैं जो दो खण्डों में विभाजित हैं तथा हिन्दी एवं अंग्रेजी दोनों में छपे हैं।

परीक्षार्थी को कुल पाँच प्रश्नों के उत्तर देने हैं।

प्रश्न संख्या 1 और 5 अनिवार्य हैं तथा बाकी प्रश्नों में से प्रत्येक खण्ड से कम से कम एक प्रश्न चुनकर तीन प्रश्नों के उत्तर दें।

उत्तरांक प्रश्न/भाग के सामने लिखे जाने चाहिए।

प्रश्नों के उत्तर उसी माध्यम में लिखे जाने चाहिए, जिसका उल्लेख प्रवेश-पत्र में किया गया है, और इस परिवर्तन की स्पष्ट उल्लेख प्रश्न-पत्र-उत्तर पुस्तिका (क्यू० सी० ए०) पुस्तिका के मुखपृष्ठ पर निर्दिष्ट स्थान पर किया जाना चाहिए। उल्लिखित माध्यम के अतिरिक्त अन्य किसी माध्यम में लिखे गए उत्तर पर कोई अंक नहीं मिलेंगे।

यदि आवश्यक हो, वे उपयुक्त आँकड़े मान लें और उसे स्पष्ट रूप से निर्दिष्ट करें।

जब तक इंगित न हो, सभी चर राशियाँ प्रचलित मानक अर्थों में प्रयुक्त हैं।

अंकों के उत्तरों की रूपरेखा क्रमानुसार की जाएगी यदि ऐसा नहीं है, तो प्रश्न के उत्तर को गलत की जाएगी चाहे उस प्रश्न अंशतः सिद्ध या हो प्रश्न-सह-उत्तर पुस्तिका में खाली छोड़े हुए पृष्ठ या उसके भाग को स्पष्ट रूप से काटा जाना चाहिए।

PHYSICS (PAPER-II)

Time Allowed : Three Hours Maximum Marks : 250

QUESTION PAPER SPECIFIC INSTRUCTIONS

(Please read each of the following instructions carefully before attempting questions)

There are EIGHT questions divided in two Sections and printed both in HINDI and in ENGLISH

Candidate has to attempt FIVE questions in all.

Question Nos. 1 and 5 are compulsory and out of the remaining, THREE are to be attempted choosing at least ONE question from each Section

The number of marks carried by a question/part is indicated against it.

Answers must be written in the medium authorized in the Admission Certificate which must be stated clearly on the cover of this Question-cum-Answer (QCA) Booklet in the space provided. No marks will be given for answers written in a medium other than the authorized one.

Assume suitable data, if considered necessary, and indicate the same clearly.

Unless and otherwise indicated, symbols and notations carry their usual standard meanings.

Attempts of questions shall be counted in sequential order. Unless struck off, attempt of a question shall be counted even if attempted partly. Any page or portion of the page left blank in the Question-cum-Answer Booklet must be clearly struck off.

www.prepp.in

Prepp
Your Personal Exams Guide

स्थिरांक जिनकी आवश्यकता हो सकती है

निर्वात में प्रकाश का वेग (c)	=	3×10^8 m s^{-1}
इलेक्ट्रॉन का द्रव्यमान (m_e)	=	$9 \cdot 11 \times 10^{-31}$ kg
इलेक्ट्रॉन का आवेश (e)	=	$1 \cdot 602 \times 10^{-19}$ C
इलेक्ट्रॉन का विशिष्ट आवेश $\left\lvert \frac{e}{m_e} \right\rvert$		$1 \cdot 76 \times 10^{11}$ C kg^{-1}
1 u = 1 a.m.u.	=	$1 \cdot 6605 \times 10^{-27}$ kg $\equiv$ $931 \cdot 5$ MeV
इलेक्ट्रॉन की विरामावस्था ऊर्जा ($m_e c^2$)	=	$0 \cdot 5110$ MeV
प्लांक नियतांक तथा विद्युतशीलता (ε_0)	=	$8 \cdot 8542 \times 10^{-12}$ C^2 N^{-1} m^{-2}
मुक्त आकाश की चुम्बकशीलता (μ_0)	=	$4\pi \times 10^{-7}$ N A^{-2}
गैस स्थिरांक (R)	=	$8 \cdot 314$ J mol^{-1} K^{-1}
बोल्ट्जमान स्थिरांक (k_B)	=	$1 \cdot 381 \times 10^{-23}$ J K^{-1}
प्लांक स्थिरांक (h)	=	$6 \cdot 626 \times 10^{-34}$ J s
$\hbar$	=	$1 \cdot 0546 \times 10^{-34}$ J s
बोर मैग्नेटॉन (μ_B)	=	$9 \cdot 274 \times 10^{-24}$ J T^{-1}
नाभिकीय मैग्नेटॉन (μ_N)	=	$5 \cdot 051 \times 10^{-27}$ J T^{-1}
सूक्ष्म संरचना स्थिरांक (α)	=	$1/137 \cdot 03599$
प्रोटॉन का द्रव्यमान (m_p)	=	$1 \cdot 00727$ u = $1 \cdot 6726 \times 10^{-27}$ kg
न्यूट्रॉन का द्रव्यमान (m_n)	=	$1 \cdot 0086652$ u = $1 \cdot 6749 \times 10^{-27}$ kg
ड्यूटेरॉन का द्रव्यमान (m_d)	=	$2 \cdot 013553$ u
α-कण का द्रव्यमान (m_α)	=	$4 \cdot 001506$ u
$^{12}_{6}C$ का द्रव्यमान	=	$12 \cdot 000000$ u
$^{16}_{8}O$ का द्रव्यमान	=	$15 \cdot 99491$ u
$^{88}_{38}Sr$ का द्रव्यमान	=	$87 \cdot 90900$ u
$^{4}_{2}He$ का द्रव्यमान	=	$4 \cdot 002603$ u
कक्षीय चुम्बकीय अनुपात (g_l)		0 (न्यूट्रॉन), 1 (प्रोटॉन)
स्पिन चुम्बकीय अनुपात (g_s)	=	$-3 \cdot 8260$ (न्यूट्रॉन), $5 \cdot 5856$ (प्रोटॉन)

Constants which may be needed

Velocity of light in vacuum (c)	=	3×10^8 m s^{-1}
Mass of electron (m_e)	=	$9 \cdot 11 \times 10^{-31}$ kg
Charge of electron (e)	=	$1 \cdot 602 \times 10^{-19}$ C
Specific charge of electron $\left\lvert \frac{e}{m_e} \right\rvert$	=	$1 \cdot 76 \times 10^{11}$ C kg^{-1}

www.prepp.in

Prepp
Your Personal Exams Guide

1 u = 1 a.m.u. = 1.6605×10^{-27} kg	=	931.5 MeV
Rest mass energy of electron ($m_e c^2$)	=	0.511 MeV
Permittivity in free space (ε_0)	=	8.8542×10^{-12} $C^2 N^{-1} m^{-2}$
Permeability of free space (μ_0)	=	$4\pi \times 10^{-7}$ $N A^{-2}$
Gas constant (R)	=	8.314 J mol^{-1} K^{-1}
Boltzmann constant (k_B)	=	1.381×10^{-23} J K^{-1}
Planck constant (h)	=	6.626×10^{-34} J s
($\hbar$)	=	1.0546×10^{-34} J s
Bohr magneton (μ_B)	=	9.274×10^{-24} J T^{-1}
Nuclear magneton (μ_N)	=	5.051×10^{-27} J T^{-1}
Fine structure constant (α)	=	1/137.03599
Mass of proton (m_p)	=	1.0072766 u = 1.6726×10^{-27} kg
Mass of neutron (m_n)	=	1.0086652 u = 1.6749×10^{-27} kg
Mass of deuteron (m_d)	=	2.013553 u
Mass of α-particle (m_α)	=	4.001506 u
Mass of $^{12}_{6}C$	=	12.000000 u
Mass of $^{16}_{8}O$	=	15.994915 u
Mass of $^{97}_{38}Sr$	=	86.99999 u
Mass of $^{4}_{2}He$	=	4.002603 u
Orbital gyromagnetic ratio (g_l)	=	0 (neutron), 1 (proton)
Spin gyromagnetic ratio (g_s)	=	−3.8260 (neutron), 5.5856 (proton)

खण्ड—A / SECTION—A

1. (a) एक कण का तरंग फलन $\psi(x) = \frac{1}{\sqrt{a}} e^{-i x/x}$ के द्वारा दिया है। यदि $-a < x < a$ के क्षेत्र के लिए कण को ज्ञात करने की प्रायिकता ज्ञात कीजिए।

The wave function of a particle is given as $\psi(x) = \frac{1}{\sqrt{a}} e^{-i x/x}$. Find the probability of locating the particle in the range $-a \le x \le a$. 10

(b) एक ऐसे तन्त्र की शून्य-बिन्दु ऊर्जा का परिकलन कीजिए, जिसमें 10^{-3} kg का द्रव्यमान एक स्थिर बिन्दु से 10^{-2} N के बल से 10^{-2} m तक खिंचे जाने वाले स्प्रिंग के द्वारा जुड़ा हुआ है। तन्त्र केवल एक दिशा में गति के लिए बाध्य है।

Calculate the zero-point energy of a system consisting of a mass of 10^{-3} kg connected to a fixed point by a spring which is stretched by 10^{-2} m by a force of 10^{-2} N. The system is constrained to move only in one direction. 10

www.prepp.in

Prepp
Your Personal Exams Guide

(c) [illegible] के सामान्य हल फलनों का रूप

$$u_n(x) = \sum_{k=0}^{\infty} a_k y^{k+s} e^{-y^2/2}$$

है, जहाँ $y = \sqrt{\frac{m\omega}{\hbar}}\, x$ है, और गुणांकों a_k का निर्धारण पुनरावृत्ति सम्बन्ध

$$a_{k+2} = \frac{2(k+s)+1-\varepsilon}{(k+s+1)(k+s+2)}\, a_k$$

से होता है। [illegible] $\varepsilon = \frac{2E}{\hbar\omega}$ है। इन हल फलनों की समता की विवेचना कीजिए। यदि [illegible] के लिए श्रेणी [illegible] में क्या होगा?

The general wave functions of harmonic oscillator (one dimensional) are of the form

$$u_n(x) = \sum_{k=0}^{\infty} a_k y^{k+s} e^{-y^2/2}$$

with $y = \sqrt{\frac{m\omega}{\hbar}}\, x$ and coefficients a_k are determined by recurrence relations

$$a_{k+2} = \frac{2(k+s)+1-\varepsilon}{(k+s+1)(k+s+2)}\, a_k$$

Corresponding energy levels are $E_n = \hbar\omega\left(n+\frac{1}{2}\right)$. Discuss the parity of these wave functions. What happens if the potential for $x<0$ is infinite (half harmonic oscillator)? 15

(d) नाभिकीय चुम्बकत्व क्या है? यह नाभिक प्रचरण के सम्बन्धन के सिद्धान्त में इसका किस प्रकार उपयोग किया जाता है?

What is nuclear precession? How is it used in the principle of working of an NMR? 10

(e) निम्न अवस्था में Li^{++} के लिए इलेक्ट्रॉन कक्ष की त्रिज्या का परिकलन कीजिए।

Calculate the radius of electron orbit for Li^{++} in ground state. 10

2. (a) हाइड्रोजन परमाणु की निम्नतम अवस्था का तरंग फलन

$$\psi(r) = \frac{1}{\sqrt{\pi a_0^3}}\, e^{-r/a_0}$$

है, जहाँ a_0 बोर त्रिज्या है। तरंग फलन और प्रायिकता घनत्व और इस फलन का वियोजक दूरी, जिसमें इलेक्ट्रॉन के होने की त्रिज्या है, के रूप में ग्राफ बनाने की प्रक्रिया का परिकलन कीजिए।

The ground state wave function for hydrogen atom is

$$\psi(r) = \frac{1}{\sqrt{\pi a_0^3}}\, e^{-r/a_0}$$

where a_0 is the Bohr radius. Sketch the wave function and the probability density as a function of the separation distance r. Calculate the probability that the electron in the ground state is found beyond the Bohr radius. 20

www.prepp.in

Prepp
Your Personal Exams Guide

(b) निम्नलिखित समीकरणों को सिद्ध कीजिए:

(i) $[\hat{p}_x, \hat{L}_y] = i\hbar\hat{p}_z$

(ii) $e^{i\theta\hat{n}\cdot\hat{\sigma}} = \cos\theta + i(\hat{n}\cdot\hat{\sigma})\sin\theta$

Prove the following identities:

(i) $[\hat{p}_x, \hat{L}_y] = i\hbar\hat{p}_z$ 7

(ii) $e^{i\theta\hat{n}\cdot\hat{\sigma}} = \cos\theta + i(\hat{n}\cdot\hat{\sigma})\sin\theta$ 8

(a) निम्नलिखित में से कौन-सा/से श्रोडिंजर समीकरण का/के स्वीकार्य हल है/हैं?

(i) $\psi(x) = Ae^{-kx} + Be^{ikx}$

(ii) $\psi(x) = Ae^{kx} + Be^{ikx}$

(iii) $\psi(x) = A\sin 3kx + B\cos 3kx$

(iv) $\psi(x) = A\sin 3kx + B\sin 5kx$

(v) $\psi(x) = A\tan kx$

अपने उत्तर की व्याख्या कीजिए।

Which of the following functions is/are acceptable solution(s) of the Schrödinger equation?

(i) $\psi(x) = Ae^{-kx} + Be^{ikx}$

(ii) $\psi(x) = Ae^{kx} + Be^{ikx}$

(iii) $\psi(x) = A\sin 3kx - B\cos 3kx$

(iv) $\psi(x) = A\sin 3kx + B\sin 5kx$

(v) $\psi(x) = A\tan kx$

Explain your answer. 15

3. (a) ऊर्जा 9 eV का एक कणपुंज 8 eV ऊँचे विभव इंगुलक पर कोई आपतन करता है। कणों की कितनी प्रतिशतता परावर्तित होती है?

A beam of particles of energy 9 eV is incident on a potential step 8 eV high from the left. What percentage of particles will reflect back? 15

(b) दर्शाइए कि मुक्त इलेक्ट्रॉन गैस के त्रिविमीय (3D) ऊर्जा-स्तर घनत्व $E^{1/2}$ के अनुपात परिवर्तित होता है, यही निर्देश क्वांटम कूपों (2D) के लिए E^0, क्वांटम तार (1D) के लिए $E^{-1/2}$ और क्वांटम बिंदु (0D) के लिए δ फलन होता है।

Show that for free electron gas, the density of states in three dimensions (3D) varies as $E^{1/2}$, and this dependence changes to E^0 for 2D (quantum well), $E^{-1/2}$ for 1D (quantum wire) and δ function for 0D (quantum dot) 15

(c) परमाणवीय स्पेक्ट्रमिकी में L-S और J-J युग्मन के महत्त्व का वर्णन कीजिए। इनके विद्यमान होने के प्रायोगिक साक्ष्य क्या हैं?

Describe the importance of L-S and J-J coupling in atomic spectroscopy. What are experimental evidences of their existence? 20

www.prepp.in

Prepp Your Personal Exams Guide

4. (a) ज़ीमान प्रभाव क्या है? लार्मर आवृत्ति जिन कारकों पर निर्भर करती है उनकी विवेचना कीजिए।

What is Zeeman effect? Discuss the factors on which Larmor frequency is dependent. 15

(b) हाइड्रोजन स्पेक्ट्रम की सूक्ष्म संरचना पर चर्चा कीजिए। खगोलीय प्रेक्षणों में यह किस प्रकार महत्त्वपूर्ण होता है?

Discuss the fine structure of hydrogen spectrum. How is it of importance in the astronomical observations? 15

(c) द्विपरमाणुक अणुओं के घूर्णी और कंपनिक स्पेक्ट्रमों के सिद्धान्त पर चर्चा कीजिए। प्रतिदीप्ती और स्फुरदीप्ति में क्या अन्तर है?

Discuss the theory of rotational and vibrational spectra of diatomic molecules. What is the difference between fluorescence and phosphorescence? 20

खण्ड—B / SECTION—B

5. (a) नाभिकीय बल 140 MeV विश्राम संहति के π-मेसॉनों के विनिमय द्वारा मध्यस्थित होते हैं। नाभिकीय बलों के परास का आकलन कीजिए।

Nuclear forces are mediated by exchange of π-mesons of rest mass 140 MeV. Estimate the range of nuclear forces. 10

(b) $_6C^{11}$ परमाणु के $_7N^{13}$ परमाणु में क्षय होने पर निर्मुक्त पॉजिट्रॉन (e^+) की अधिकतम ऊर्जा 1·202 MeV है। यदि $_6C^{13}$ परमाणु की संहति 13·003354 u है, तो $_7N^{13}$ परमाणु की संहति का परिकलन कीजिए।

The maximum energy of a positron (e^+) released in the decay of $_6C^{13}$ atom into a $_7N^{13}$ atom is 1·202 MeV. If the mass of the $_6C^{13}$ atom is 13·003354 u, calculate the mass of the $_7N^{13}$ atom. 10

(c) विभिन्न संरक्षण नियमों के अधीन निम्नलिखित में से कौन-सी मूल कण अभिक्रिया/क्षय अनुमत है? यदि अनुमत है, तो अन्योन्यक्रिया का प्रकार और इसके आगे बढ़ने का लाक्षणिक समय लिखिए :

(i) $p + n \rightarrow \Lambda^0 + \Sigma^+$

(ii) $\pi^- + n \rightarrow \Lambda^0 + K^+$

(iii) $p + n \rightarrow K^+ + \Sigma^-$

(iv) $\pi^0 \rightarrow \gamma + \gamma$

(v) $\bar{n} \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}_e$

Which of the following elementary particle reactions/decays are allowed under various conservation laws? If allowed, write down the type of interaction and the characteristic time by which it would proceed :

(i) $p + n \rightarrow \Lambda^0 + \Sigma^+$

(ii) $\pi^- + n \rightarrow \Lambda^0 + K^+$

(iii) $p + n \rightarrow K^+ + \Sigma^-$

(iv) $\pi^0 \rightarrow \gamma + \gamma$

(v) $\bar{n} \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}_e$ 10

www.prepp.in

Prepp Your Personal Exams Guide

(c) FCC और HCP संरचनाओं के लिए परमाणवीय सकुलन गुणक (APF) का परिकलन कीजिए और दर्शाइए कि ये संरचनाएं सबसे अधिक सुसंकुलित हैं। 10

Calculate Atomic Packing Fraction (APF) for FCC and HCP structures, and show that these are the most closely packed structures.

(d) X-किरण विवर्तन के लिए ब्रैग विवर्तन नियम को व्युत्पन्न कीजिए। क्रिस्टल संरचना निर्धारण के लिए लाउए और डिबाई-शेरर विधियों की तुलना कीजिए। 10

Derive Bragg diffraction law for X-ray diffraction. Compare Laue and Debye-Scherrer methods for crystal structure determination

6. (a) यह मानते हुए कि न्यूट्रॉन प्रोटॉन अन्योन्यक्रिया का वर्ग कूप प्ररूप है

$$V(r) = -V_0 \quad , \quad r \leq b \text{ के लिए}$$

$$= 0 \quad , \quad r > b \text{ के लिए}$$

ड्यूट्रॉन मौलिक अवस्था का निम्नांकित अवस्थ का तरंग फलन

$$\psi(r) = A \sin kr \quad , \quad r < b \text{ के लिए}$$

$$= Ce^{-\gamma r} \quad , \quad r > b \text{ के लिए}$$

के रूप में दिया गया है, जहाँ $k = \sqrt{\frac{M}{\hbar^2}(V_0 - W)}$ और $\gamma = \sqrt{\frac{MW}{\hbar^2}}$.

यहाँ M न्यूक्लिऑन संहति, W ड्यूट्रॉन की बंधन ऊर्जा और A तथा C नियतांक है

(i) दर्शाइए कि ड्यूट्रॉन की मात्र बद्ध अवस्था के लिए

$$V_0 b^2 = \frac{\pi^2 \hbar^2}{4M}$$

(ii) न्यूट्रॉन के ड्यूट्रॉन किस अर्थ एक ढीलेबद्ध विस्तारित संरचना है।

Assuming that the neutron-proton interaction has a square well form

$$V(r) = -V_0 \quad \text{for} \quad r < b$$

$$= 0 \quad \text{for} \quad r > b$$

the ground state wave function of deuteron nucleus is given as

$$\psi(r) = A \sin kr \quad \text{for} \quad r < b$$

$$= Ce^{-\gamma r} \quad \text{for} \quad r > b$$

where $k = \sqrt{\frac{M}{\hbar^2}(V_0 + W)}$ and $\gamma = \sqrt{\frac{MW}{\hbar^2}}$.

Here M is the nucleon mass, W is the binding energy of deuteron and A and C are constants.

(i) Show that for a just bound state of deuteron

$$V_0 b^2 = \frac{\pi^2 \hbar^2}{4M}$$ 10

(ii) Explain why deuteron is a loosely bound extended structure. 10

www.prepp.in

Prepp Your Personal Exams Guide

(b) एक π मेसॉन विराम अवस्था में क्षयित होकर एक μ -मेसॉन

$\pi \rightarrow \mu - \nu_\mu$

से क्षय होता है :

क्षयित्रिया में उत्सर्जित μ मेसॉन की गतिज ऊर्जा का परिकलन कीजिए।

A π meson at rest decays into a μ meson

$\pi \rightarrow \mu - \nu_\mu$

Calculate the kinetic energy of the μ meson emitted in the reaction 15

(c) नाभिकों के लिए अर्ध-अनुभविक द्रव्यमान सूत्र लिखिए और इसके आधार पर सम और विषम समभारिकों के लिए द्रव्यमान परवलयों के रेखाचित्र बनाइए। प्रत्येक दशा में सबसे स्थायी समभारिक क्या होगा?

Write the semi-empirical mass formula for nuclei and on its basis draw mass parabolas for odd and even isobars. What would be the most stable isobar in each case? 15

7. (a) सतत क्रोड के बाहर एक न्यूक्लिऑन वाले एक नाभिक के चुम्बकीय आघूर्ण के लिए एक व्यंजक प्राप्त कीजिए। इसका प्रयोग कर $_8O^{17}$ नाभिक के चुम्बकीय आघूर्ण का परिकलन कीजिए।

Obtain an expression for the magnetic moment of a nucleus having one nucleon outside the closed core. Use this to calculate the magnetic moment of $_8O^{17}$ nucleus. 20

(b) डेबाई मॉडल में जालक विशिष्ट ऊष्मा के लिए एक व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए। इसकी अति न्यूनक ताप (डेबाई T^3 नियम) ज्ञात कीजिए।

Derive an expression for lattice specific heat in Debye model. Find its low temperature limit (Debye T^3 law). 15

(c) फेर्मी ऊर्जा अर्धचालकों क्या होते हैं? दर्शाइए कि फेर्मी अर्धचालकों में फर्मी स्तर, चालन बैंड के अधम और संयोजकता बैंड के शीर्ष के बिल्कुल बीच में स्थित है।

What are intrinsic and extrinsic semiconductors? Show that in the intrinsic semiconductors, Fermi level lies exactly in the middle of bottom of conduction band and top of valence band. 15

8. (a) प्रकार I और प्रकार II अतिचालक क्या होते हैं? उदाहरण दीजिए। प्रकार I और प्रकार II अतिचालकों के लिए मैस्नर प्रभाव और पूर्ण प्रतिचुम्बकीय व्यवहार पर चर्चा कीजिए और उनकी तुलना कीजिए।

What are type I and type II superconductors? Give examples. Discuss and compare Meissner effect and perfect diamagnetic behaviour for type I and type II superconductors 20

(b) संक्रिया-एम्प क्या होते हैं? इसे कैसे एक निम्न इलेक्ट्रॉनिक किट के रूप में प्रयुक्त किया जा सकता है? इसे गणितानुसार सिद्ध कीजिए।

What are operational amplifiers? How can it be used as an inductor? Prove it mathematically. 15

(c) संक्षेप में एक माइक्रोप्रोसेसर सिस्टम की कार्यप्रणाली का वर्णन कीजिए। एक पाइपलाइन प्रोसेसर में इसका निष्पादन किस तरह प्रभावित होता है? 15

* * *