

45 tematów z fizyki spis treści

I. O fizyce, pomiarach, matematyce i jednostkach

- I.1. Fizyka 2
- I.2. Pomiar 9
- I.3. Eksperyment 24
 - I.3.1. Eksperyment myślowy 29
- I.4. Matematyka 31
 - I.4.1. Mathematikos 38
 - I.4.2. Abstrakcje 50
 - I.4.3. Pewna podstawowa technika matematyczna 53
- I.5. Mathematica 56
 - I.5.1. CAS 57
 - I.5.2. Obliczenia numeryczne 60
 - I.5.3. Grafika 62
 - I.5.4. Bazy danych 64
- I.6. Jednostki miar układu SI 67
 - I.6.1. Metr 71
 - I.6.2. Kilogram 72
 - I.6.3. Sekunda 73
 - I.6.4. Amper 74
 - I.6.5. Kelwin 76
 - I.6.6. Kandela 76
 - I.6.7. Mol 77
 - I.6.8. Inne układy jednostek 77
 - I.6.8.1. Jednostki w starożytności 77
 - I.6.9. No i mamy problem 79
 - I.6.10. Analiza wymiarowa 80
- I.7. Tabele 85
 - I.7.1. Przedrostki wielokrotne układu SI 85
 - I.7.2. Przedrostki podwielokrotne układu SI 87
 - I.7.3. Alfabet grecki 88
 - I.7.4. Inne oznaczenia 89
 - I.7.5. Wartości stałych fizycznych 90
 - I.7.6. Wartości wybranych wielkości fizycznych 91

- II. Zasada zachowania energii
 - II.1. Zasady zachowania 2
 - II.2. Energia 6
 - II.3. Przykłady zdań 18
 - II.3.1. Zadanie 1 18
 - II.3.2. Zadanie 2 20
 - II.3.3. Zadanie 3 21
 - II.3.4. Dlaczego tak prosto 25
 - II.4. Zasada energii minimalnej 27
 - II.5. Uwagi na temat pracy 32
 - II.5.1. Siła wymuszająca ruch harmoniczny 36
 - II.5.2. Moc 38
 - II.5.3. Całki krzywoliniowe 40
 - II.6. Środek masy 52
 - II.6.1. U-zbiornik 63
 - II.7. Potencjał 69
 - II.8. Napięcie powierzchniowe 79

- III. Maszyny proste
 - III.1. Maszyny proste 2
 - III.2. Prawo Pascala 13
 - III.2.1. Jednostki 17
 - III.2.1.1. Parcie 20
 - III.2.2. Nurkowanie 25
 - III.2.3. Napięcie powierzchniowe 28
 - III.2.4. Wzór barometryczny 37
 - III.3. Prawo Archimedesesa 41
 - III.3.1. Prawo Archimedesesa ponownie 57
 - III.4. Perpetuum mobile 64
 - III.5. Zasada prac wirtualnych 71
 - III.5.1. Typy równowagi 71
 - III.5.2. Zasada prac wirtualnych dla wszystkich 73
 - III.5.3. Zadania 83

IV. Pęd

- IV.1. Zasada zachowania pędu 2
 - IV.1.1. Ruch rakiety 5
- IV.2. Jaki pędu ma to ciało 18
- IV.3. O przestrzeni 27
 - IV.3.1. Przestrzeń wektorowa 30
 - IV.3.2. Przestrzeń afiniczna 39
- IV.4. Zderzenia kul 53
 - IV.4.1. Zderzenia sprężyste 58
 - IV.4.2. Zderzenia całkowicie niesprężyste endotermiczne 62
- IV.5. Przekrój czynny 66
 - IV.5.1. Różniczkowy przekrój czynny 70
 - IV.5.1.1. Miary kąta 70
 - IV.5.1.2. Współrzędne sferyczne 76
 - IV.5.1.3. Miara kąta bryłowego 78
 - IV.5.1.4. Różniczkowy przekrój czynny 79
- IV.6. Efekt Mössbauera 86

V. Zasada zachowania momentu pędu

- V.1. Moment 2
 - V.1.1. Moment pędu 3
 - V.1.1.1. Reguły, reguły, reguły 6
 - V.1.2. Moment siły 8
 - V.1.3. Przestrzeń stanów 14
- V.2. Statyka 19
 - V.2.1. Przykłady 25
- V.3. Rzecz o obrotach 35
 - V.3.1. Prędkość kątowna 35
 - V.3.2. Rzecz o obrotach 41
 - V.3.2.1. Odbicie 50
 - V.3.3. Kąty Eulera 56
 - V.3.4. Czy wektory mają długość? 59
- V.4. Zasada prac wirtualnych raz jeszcze 67
 - V.4.1. Pierwsze liżnięcie topologii 73
 - V.4.1.1. Topologiczny dramat romantyczny 75
 - V.4.1.2. Torus 76
 - V.4.2. Współrzędne uogólnione 78
 - V.4.3. Więzy 79
 - V.4.4. Siły uogólnione 85
 - V.4.5. Równowaga w polu zachowawczym 89
 - V.4.5.1. Ruch po powierzchni 91
 - V.4.6. Pochodne cząstkowe 92

VI. Prawa ruchu

- VI.1. Prawa ruchu 2
 - VI.1.1. Jest ruch czy go nie ma? 4
 - VI.1.1.1. Aporia Achillesa i żółwia 4
 - VI.1.2. Małe co nie co o szeregach 6
 - VI.1.3. Astronomia ptolemejska 12
- VI.2. Prawa Keplera 21
 - VI.2.1. Powrót do symetrii 31
- VI.3. Prawa Newtona 35
 - VI.3.1. Uwagi o jednostkach siły 37
 - VI.3.2. Uwagi o jednostkach masy 38
 - VI.3.3. Równania ruchu – przykłady 39
 - VI.3.4. Równia pochyła 44
 - VI.3.5. Rzut w polu grawitacyjnym 47
 - VI.3.6. Blok nieruchomy 50
 - VI.3.7. Ruch harmoniczny 51
 - VI.3.8. Rakieta w polu grawitacyjnym 52
 - VI.3.8.1. Rakiety nośne 58
- VI.4. Opory ruchu 62
 - VI.4.1. Tarcie poślizgowe 62
 - VI.4.2. Tarcie poślizgowe – obraz mikroskopowy 65
 - VI.4.3. Opory aerodynamiczne (hydrodynamiczne) 67
 - VI.4.3.1. Hamowanie atmosferyczne 72
- VI.5. Ruch po okręgu 75
 - VI.5.1. A jak nie po okręgu? 78
 - VI.5.2. Przykład – ruch po paraboli 81
 - VI.5.2.1. Sposób pierwszy 82
 - VI.5.2.2. Sposób drugi 83
- VI.6. Trzecie prawo Newtona 86
- VI.7. Zagadnienie warunku początkowego 89
 - VI.7.1. Twój komputer się myli 94
 - VI.7.2. Rekurencje, iteracje i sprzężenie zwrotne 97

VII. Układy nieinercyjne

- VII.1. Symetrie równań ruchu 2
 - VII.1.1. Symetria 5
 - VII.1.2. Grupa Galileusza 15
- VII.2. Siły bezwładności 18
 - VII.2.1. Płotna intuicja 24
 - VII.2.2. Siła odśrodkowa 26
 - VII.2.3. Siła Coriolisa 28
 - VII.2.4. Zadania 30
 - VII.2.4.1. Współrzędne geograficzne 30
 - VII.2.5. Siła Coriolisa wyprowadzenie 42
 - VII.2.6. Praca w układach nieinercyjnych 47
- VII.3. Jeszcze o symetrii 51
 - VII.3.1. Siła symetrii I 55
 - VII.3.2. Czy istnieją układy inercyjne? 58
 - VII.3.2.1. Więcej geometrii 64
 - VII.3.3. Ogólne wyprowadzenie transformacji układu współrzędnych 71
 - VII.3.3.1. Przyczynowość 81
- VII.4. Wahadło Foucaulta 83
 - VII.4.1. Efekty atmosferyczne 86
 - VII.4.1.1. Efekt Eötvösa 93
 - VII.4.1.2. Wpływ na oceany i atmosferę 94
 - VII.4.1.3. Podsumowanie 96

VIII. Drgania

- VIII.1. Ruch harmoniczny 2
 - VIII.1.1. Energia ruchu harmonicznego 8
 - VIII.1.2. Wahadło matematyczne 10
 - VIII.1.3. Zegar z wahadłem 13
- VIII.2. Składanie drgań 20
 - VIII.2.0.1. Układ N – ciężarków 25
 - VIII.2.1. Dudnienia 27
 - VIII.2.2. Składanie drgań harmoniczných w dwóch wymiarach 31
 - VIII.2.3. Fazory 34
 - VIII.2.3.1. Nieciągłości fazowe 45
- VIII.3. Analiza Fourierska 49
 - VIII.3.0.1. Widmo 52
 - VIII.3.0.2. Współczynnik A_0 53
 - VIII.3.0.3. Szeregi Fouriera i Mathematica 55
 - VIII.3.1. Parzystość 57
 - VIII.3.2. Postać zespolona 61
 - VIII.3.3. Funkcyjne przestrzenie wektorowe 63
- VIII.4. Drgania tłumione 66
 - VIII.4.1. Moc tracona 70
- VIII.5. Drgania wymuszone 75
 - VIII.5.1. Moc pochłonięta 80
 - VIII.5.2. Rezonans raz jeszcze 84
 - VIII.5.3. Równania różniczkowe ciąg dalszy 89
 - VIII.5.4. Drgania – inne przedstawienie 94

IX. Fale

- IX.1. Fala harmoniczna 2
 - IX.1.1. Fale harmoniczne w wyższych wymiarach 8
 - IX.1.2. Fale ogólnie 15
- IX.2. Zasada Huygensa 19
 - IX.2.1. Efekt Dopplera 27
 - IX.2.2. Fala uderzeniowa 32
- IX.3. Interferencja fal 35
 - IX.3.1. Fale stojące 45
- IX.4. Paczki falowe 49
 - IX.4.1. Efekt stroboskopowy 50
 - IX.4.2. Nareszcie paczki 62
 - IX.4.3. Transformaty Fouriera 69
 - IX.4.3.1. Delta Diraca 76
 - IX.4.3.2. Przekształcenie Fouriera cosinusowe i sinusowe 82
 - IX.4.4. Wracam do paczek 82
- IX.5. Dyspersja 86
 - IX.5.1. Układ N ciężarków 90

X. Optyka falowa

- X.1. Interferencja fal płaskich 2
 - X.1.1. Interferometr Michelsona 15
 - X.1.1.1. Skoki fazy 19
 - X.1.2. Płytko płasko-równoległa 24
 - X.1.2.1. Barwy interferencyjne 28
 - X.1.3. Zastosowania techniczne 29
 - X.1.3.1. Fotografia Lippmanna 30
 - X.1.4. Detektor story 32
 - X.1.5. Amplituda zespolona 35
- X.2. Zasada Huygensa w optyce 37
 - X.2.1. Strefy Fresnela 45
- X.3. Siatki dyfrakcyjne 52
 - X.3.1. Analiza widmowa 57
- X.4. Całki dyfrakcyjne 65
 - X.4.01. Wyrażenie $\exp\{i|\mathbf{k}||\mathbf{r}|\}$ 66
 - X.4.1. Całka dyfrakcyjna Fresnela 69
 - X.4.1.1. Przykład 71
 - X.4.2. Całka dyfrakcyjna Fraunhofera 75
 - X.4.3. Funkcja transmitancji 78
 - X.4.4. Otwór prostokątny oświetlony falą płaską 83
 - X.4.5. Otwór kołowy oświetlony falą płaską 87
 - X.4.6. Krótkie podsumowanie 91
 - X.4.7. Siatka dyfrakcyjna 92
 - X.4.8. Związek z koherencją 98

XI. Zasada Fermata

- XI.1. Zasada Fermata 2
 - XI.1.1. Prawo załamania 11
 - XI.1.1.1. Zasada Fermata jest ogólniejsza od prawa załamania 17
- XI.2. Klasyczne odwzorowanie optyczne 18
 - XI.2.1. Soczewka 21
 - XI.2.2. Miraże 27
 - XI.2.3. Anamorfoza 28
 - XI.2.4. Chromatyzm 29
 - XI.2.5. Związek z zasadą Fermata 32
- XI.3. Optyka macierzowa 37
 - XI.3.1. Macierz przejścia 41
 - XI.3.2. Macierz załamania 46
 - XI.3.3. Soczewka cienka 49
 - XI.3.3.1. Metoda macierzowa – refleksja 51
 - XI.3.4. Macierz ABCD 51
 - XI.3.4.1. Analiza układ opisanego macierzą ABCD 53
 - XI.3.4.1.1. $D=0$ 53
 - XI.3.4.1.2. $B=0$ 54
 - XI.3.4.1.3. $C=0$ 56
 - XI.3.4.1.4. $A=0$ 57
 - XI.3.5. Rysowanie biegu promienia przez soczewkę cienką 58
 - XI.3.6. Zwierciadła 64
 - XI.3.7. Przykład 69
- XI.4. Proste instrumenty optyczne 74
 - XI.4.1. Lupa 74
 - XI.4.2. Luneta, teleskop i lornetka 75
 - XI.4.3. Mikroskop 82
 - XI.4.3.1. Rozdzielczość mikroskopu 85
 - XI.4.3.2. Nie patrz na powiększenie 90
 - XI.4.4. Pęseta optyczna 90

XII. Tensory

- XII.1. Moment bezwładności 2
 - XII.1.1. Zadania 13
 - XII.1.1.1. Zadanie 1.1.1: Staczający się walec 13
 - XII.1.1.2. Zadanie 1.1.2: Krążek 15
 - XII.1.1.3. Zadanie 1.1.3: Wahadło fizyczne 16
 - XII.1.2. Chwilowa oś obrotu 18
 - XII.1.3. Tarcie toczne 23
 - XII.1.4. Podsumowanie 30
- XII.2. Tensor momentu bezwładności 34
 - XII.2.1. Zadania 40
 - XII.2.1.1. Zadanie 2.1.1: Moment bezwładności stożka 40
 - XII.2.1.2. Zadanie 2.1.2: Hantle 42
 - XII.2.1.3. Zadanie 2.1.3: Bryła sztywna na osi 46
 - XII.2.2. Energia kinetyczna 50
 - XII.2.3. Krótkie podsumowanie 51
- XII.3. Tensor naprężeń 52
 - XII.3.1. Tensory pierwsza odsłona 62
 - XII.3.1.1. Brakety i tensory 63
- XII.4. Sprężystość 69
 - XII.4.1. Tensor przesunięć 75
 - XII.4.1.1. Przykład 1 80
 - XII.4.1.2. Przykład 2 81
 - XII.4.1.3. Przykład 2 82
 - XII.4.2. Tensor przesunięcia względnego 83

XIII. Polaryzacja

- XIII.1. Polaryzacja światła 2
 - XIII.1.1. Metody otrzymywania światła spolaryzowanego 10
 - XIII.1.1.1. Polaryzacja przez odbicie 11
 - XIII.1.1.2. Polaryzacja przez rozpraszanie 14
 - XIII.1.1.3. Polaryzacja przez selektywną absorpcję 15
 - XIII.1.1.4. Działanie polaroidu 16
- XIII.2. Zjawisko dwójłomności 21
- XIII.3. Dwójłomne elementy optyczne 31
 - XIII.3.1. Pryzmat Nicole 31
 - XIII.3.2. Płytki falowe 32
 - XIII.3.2.1. Półfalówka 33
 - XIII.3.2.2. Čwierćfalówka 33
 - XIII.3.2.3. Falówka 34
 - XIII.3.2.4. Pryzmat Wollastona 34
 - XIII.3.3. Dwójłomność wymuszona 34
 - XIII.3.4. Ciekła kryształy 35
 - XIII.3.5. Aktywność optyczna 39
- XIII.4. Matematyczna przerwa na macierze 42
 - XIII.4.1. Wartości własne 47
 - XIII.4.1.1. Mathematica 52
 - XIII.4.2. Przykład 53
 - XIII.4.2.1. Konkretny przykład 61
- XIII.5. Operatory i wektory Jonesa 65
 - XIII.5.1. Wektory Jonesa 65
 - XIII.5.1.1. Wektory na ciałem liczb zespolonych 69
 - XIII.5.1.2. Notacja braketowa dla wektorów Jonesa 71
 - XIII.5.2. Macierze Jonesa 71
 - XIII.5.3. Sfera Poincarego – krótkie wprowadzenie 81
 - XIII.5.4. Macierze Muellera 85
- XIII.6. Interferencja fal spolaryzowanych 88
 - XIII.6.1. Fale spolaryzowane liniowo 89
 - XIII.6.2. Fale spolaryzowane kołowo 91
 - XIII.6.3. Fale spolaryzowane liniowo i kołowo 92
 - XIII.6.4. Podsumowanie 96
 - XIII.6.5. Dyfrakcja 97

XIV. Pola i operatory

- XIV.1. Pole skalarne i operator gradientu
 - XIV.1.1. Operator gradientu 4
 - XIV.1.1.1. Gradient jest niezmiennikiem 8
 - XIV.1.2. Przykłady 8
 - XIV.1.2.1. Pochodna substancjalna 9
 - XIV.1.2.2. Gradient z funkcji $1/r$ 14
 - XIV.1.3. Hipoteza Continuum 15
- XIV.2. Pole wektorowe 17
 - XIV.2.1. Strumień pola 18
 - XIV.2.2. Dynamika płynu idealnego 20
 - XIV.2.3. Efekt Magnusa 30
 - XIV.2.4. Powrót do rozważań nad strumieniem 31
 - XIV.2.5. Powierzchnia 33
 - XIV.2.6. Całki powierzchniowe przykłady 40
 - XIV.2.6.1. Powierzchnia zorientowana 45
- XIV.3. Dywergencja 47
 - XIV.3.1. Równanie ciągłości 52
 - XIV.3.1.1. Operowanie operatorem dywergencji 55
 - XIV.3.2. Równanie Cauchy'ego 56
 - XIV.3.3. Płyn newtonowski 59
- XIV.4. Krążenie i rotacja 66
 - XIV.4.1. Rotacja 70
 - XIV.4.1.1. Przykład 77
 - XIV.4.2. Rachunek z użyciem operatora ∇ 78
- XIV.5. Współrzędne krzywoliniowe 79
 - XIV.5.1. Współrzędne sferyczne 88
 - XIV.5.2. Współrzędne walcowe 94
 - XIV.5.3. Inne współrzędne 96
 - XIV.5.4. Wszystko razem 97

XV. Zasada d'Alemberta

- XV.1. Efekt żyroskopowy 2
 - XV.1.1. Żyroskop 7
 - XV.1.2. Żyrokompas 9
 - XV.1.3. Precesja osi Ziemi 17
- XV.2. Równania Eulera i efekty geometryczne 18
 - XV.2.1. Tensory i elipsoidy 21
 - XV.2.1.1. Praca w układzie obracającym się 32
 - XV.2.2. Obroty wokół osi głównych 34
 - XV.2.3. Tensory w opisie polaryzacji światła 39
- XV.3. Faza geometryczna 44
 - XV.3.1. I znów wahadło Foucaulta 51
- XV.4. Zasada d'Alemberta 60
 - XV.4.1. Ciut historii filozofii 74
- XV.5. Więzy raz jeszcze 77
 - XV.5.1. Metoda mnożników Lagrange'a 83
 - XV.5.2. Prawo załamania w ogólnej formie 94

XVI. Klasyczna teoria grawitacji

- XVI.1. Newtonowska teoria grawitacji 2
 - XVI.1.1. Masa grawitacyjna 4
 - XVI.1.2. Przyciąganie ciał sferyczno-symetrycznych 7
 - XVI.1.3. Stała grawitacyjna 10
 - XVI.1.4. Problem z oddziaływaniem przez próżnię 12
 - XVI.1.5. Równoważności masy grawitacyjnej i bezwładnościowej 17
- XVI.2. Pole grawitacyjne 20
 - XVI.2.1. Stan nieważkości 22
- XVI.3. Praca w polu grawitacyjnym 30
 - XVI.3.1. Potencjał pola grawitacyjnego 35
 - XVI.3.1.1. Potencjał powłoki sferycznej 37
 - XVI.3.1.2. Związek między natężeniem pola a potencjałem 42
 - XVI.3.2. Prędkość ucieczki 45
 - XVI.3.3. Kształt Ziemi 46
 - XVI.3.3.1. Grawimetry 50
 - XVI.3.4. Energia grawitacyjna kuli 51
- XVI.4. Zagadnienie dwóch ciał 56
 - XVI.4.1. Zagadnienie dwóch ciał – analiza 65
 - XVI.4.2. Ruch fotonu w klasycznym polu grawitacyjnym 69
 - XVI.4.3. Siły pływowe 75
- XVI.5. Małe co nieco o lotach w kosmos 81
 - XVI.5.1. Otwarcie szlaku 81
 - XVI.5.2. Układ Słoneczny dziś 85
 - XVI.5.2.1. Planety karłowate 86
 - XVI.5.3. Środki Transportu 89
 - XVI.5.3.1. Winda kosmiczna 90
 - XVI.5.4. Dwa przykładowe manewry 90
 - XVI.5.4.1. Manewr Hohmanna 91
 - XVI.5.4.2. Asysta grawitacyjna 93
 - XVI.5.5. Kosmiczny chaos 95

DA Wektory

- DA 1. Podstawy 2
 - DA 1.1. Graficzna reprezentacja wektorów 2
 - DA 1.2. Współrzędnościowa reprezentacja wektorów 4
- DA 2. Działanie na wektorach 10
 - DA 2.1. Mnożenie wektora przez liczbę 10
 - DA 2.2. Dodawanie wektorów 11
 - DA 2.3. Odejmowanie wektorów 12
 - DA 2.4. Iloczyn skalarny wektorów 13
 - DA 2.5. Iloczyn wektorowy wektorów 15
 - DA 2.6. Cosinusy kierunkowe 22

DB Rachunek różniczkowy

- DB 1. Wprowadzenie 2
 - DB 1.0.1. Uwagi o zapisie, nazewnictwie i historii 8
 - DB 1.1. Wybrane twierdzenia rachunku różniczkowego 10
 - DB 1.2. Kiedy możemy obliczyć pochodną 12
 - DB 1.3. Pochodne wyższych rzędów 14
 - DB 1.4. Pochodne funkcji o wartościach wektorowych 15
- DB 2. Wyznaczanie lokalnych ekstremów funkcji 19
- DB 3. Wzór Taylora 25
- DB 4. Nieskończenie małe 28

DC Rachunek całkowy

- DC 1. Całka Riemana 2
 - DC 1.1. Chwila z pakietem Mathematica 10
 - DC 1.2. Funkcje całkowalne 11
 - DC 1.3. Całki z funkcji o wartościach wektorowych 12
- DC 2. Całka nieoznaczona 14
 - DC 2.1. Całkowanie przez części 17
 - DC 2.2. Całkowanie przez podstawienie 18
 - DC 2.3. Jeszcze dwa twierdzenia 20

DD Liczby zespolone

- DD 1. Wprowadzenie 2
 - DD 1.1. Rysowanie liczb zespolonych 6
- DD 2. Potęgi i logarytmy 12
- DD 3. Różniczka funkcji zespolonej 16

DE Macierze

1. Tablice 2
 - 1.1. Działania na macierzach 4
 - 1.2. Dodawanie macierzy 5
 - 1.3. Mnożenie macierzy 6
 - 1.4. Mnożenie macierzy przez liczbę 7
 - 1.5. Transpozycja macierzy 8
2. Równanie prostej i płaszczyzny 10
 - 2.1. Płaszczyzna 12
3. Układy równań liniowych 15
 - 3.1. Metoda eliminacji Gaussa 20
 - 3.2. Układy równań liniowych w pakiecie Mathematica 23
4. Wyznaczniki 25
 - 4.1. Macierz odwrotna 28
 - 4.2. Układy równań liniowych i ich wyznaczniki 30
5. Wartości własne 32
 - 5.1. Wartości zdegenerowane 44
 - 5.2. Macierze Hermitowskie 48

DF Równania różniczkowe

1. Pierwsze kroki 2
 - 1.1. Metoda czynnika całkującego 5
 - 1.2. Równania różniczkowe zwyczajne 7
2. Równania różniczkowe liniowe 13
 - 2.1. Jednorodne równania różniczkowe liniowe drugiego rzędu o stałych współczynnikach 14
 - 2.2. Równania różniczkowe liniowe drugiego rzędu o stałych współczynnikach 17
 - 2.3. Równanie ruchu oscylatora harmonicznego 19
 - 2.3.1. Równanie ruchu oscylatora harmonicznego tłumionego 20
 - 2.3.2. Równanie ruchu oscylatora harmonicznego wymuszonego 24
3. Macierze i równania różniczkowe 25
4. Równania różniczkowe i Mathematica 30
 - 4.1. Metody numeryczne 34