ഫോട്ടോഇലക്ട്രിക് ഇഫക്റ്റിനെക്കുറിച്ചുള്ള പ്രഭാഷണ പരമ്പരയിലെ അവസാനത്തെ പ്രഭാഷണത്തിനായി നിങ്ങളെ എല്ലാവരെയും സ്വാഗതം ചെയ്യുന്നു ലെനാർഡിന്റെയും മിലിക്കന്റെയും മഹത്തായ പരീക്ഷണങ്ങൾ എങ്ങനെയാണ് ഹെർട്സ് നടത്തിയതെന്ന് ഞങ്ങൾ ചൂണ്ടിക്കാണിച്ചു അപ്പോൾ ഫോട്ടോഇലക്ട്രിക് ഇഫക്റ്റിന്റെ ഫലങ്ങൾ മനസ്സിലാക്കാൻ നമുക്ക് കഴിയുന്നില്ല, മറുവശത്ത്, പ്രകാശത്തിന്റെ സ്വഭാവത്തെക്കുറിച്ചുള്ള തരംഗ വിശദീകരണം ഉപേക്ഷിക്കുകയാണെങ്കിൽ , ഇടപെടൽ, വ്യതിചലനം എന്നിവയുടെ പ്രക്രിയകൾ എങ്ങനെ മനസ്സിലാക്കാം എന്നതിൽ നമ്മൾ കുഴപ്പത്തിലാകും . ഈ പോയിന്റ് നമ്മൾ ചെയ്യാൻ പോകുന്നത് ഒരു ഫോട്ടോൺ എന്ന ആശയത്തെ തരംഗ സ്വഭാവവുമായി എങ്ങനെ പൊരുത്തപ്പെടുത്താൻ കഴിയുമെന്ന് ചോദിക്കരുത് എന്നതാണ്. വളരെ പുരോഗമിച്ച ഒരു കോഴ്സ് ഇപ്പോൾ നമ്മൾ ചെയ്യേണ്ടത് നമ്മുടെ വിശ്വാസമോ പ്രകാശത്തിന്റെ തരംഗ സ്വഭാവത്തിന് ഉള്ള തെളിവുകളോ നിർത്തലാക്കുക എന്നതാണ്, കൂടാതെ മില്ലിക്കന്റെയും ലെനാർഡ് മില്ലിഗന്റെയും ഫലങ്ങൾ യുക്തിസഹമായ രീതിയിൽ നമുക്ക് എങ്ങനെ നൽകാമെന്ന് മനസിലാക്കാൻ ശ്രമിക്കുക എന്നതാണ്. പരീക്ഷണങ്ങൾ തീർച്ചയായും ഏറ്റവും പ്രധാനപ്പെട്ടതാണ്, എന്റെ മുമ്പത്തെ പ്രഭാഷണങ്ങളിലൊന്നിൽ ഞാൻ സൂചിപ്പിച്ചതുപോലെ, മറ്റ് വാക്കുകളിൽ ഞങ്ങൾ ധാരാളം സമയം ചെലവഴിച്ചു , ഞങ്ങൾ ഒരു സമ്പൂർണ്ണ വിവരണമാണ് ലക്ഷ്യമിടുന്നത്, പക്ഷേ ഞങ്ങൾ ഒരു ലളിതമായ വിവരണമാണ് ലക്ഷ്യമിടുന്നത് എന്ന് നിങ്ങൾ കാണും. തരംഗ സ്വഭാവവുമായുള്ള വൈരുദ്ധ്യം എന്നാൽ ഞാൻ പറഞ്ഞത് പോലെ അത് ഭാവിയിലെ ഒരു ഭാവി ധാരണയ്ക്ക് വേണ്ടിയുള്ളതാണ്, അതിനാൽ ഐൻസ്റ്റൈന്റെ വിശദീകരണം നോക്കേണ്ടതുണ്ട് , പ്രകാശത്തിന്റെ കണിക എന്ന് വിളിക്കപ്പെടുന്ന ഫോട്ടോൺ എന്ന ആശയത്തിന്റെ ഉപജ്ഞാതാവ് ഐൻസ്റ്റൈൻ അല്ലെന്ന് ഓർക്കണം. ഈ ആശയം യഥാർത്ഥത്തിൽ അവതരിപ്പിച്ചത് മാക്സ് പ്ലാങ്കാണ്, ബ്ലാക്ക്ബോഡി റേഡിയേഷൻ ബ്ലാക്ക്ബോഡി റേഡിയേഷൻ y യുടെ ഭാഗമല്ല എന്ന പ്രതിഭാസം നോക്കി പ്ലാങ്കിന് ആ ആശയം അവതരിപ്പിക്കേണ്ടി വന്നത് എന്തുകൊണ്ടാണെന്നും ഞങ്ങൾ ചർച്ച ചെയ്തിട്ടുണ്ട്. ഞങ്ങളുടെ കോഴ്സ് പക്ഷേ , നിങ്ങൾ പ്രകാശത്തിന്റെ തരംഗ വിവരണം അംഗീകരിക്കുകയാണെങ്കിൽ, ഏത് താപനിലയിലും എന്റെ ഊർജ്ജം തരംഗത്തിന്റെ മൊത്തം ഊർജ്ജം അനന്തമായിരിക്കുമെന്ന ഊർജ്ജത്തിന്റെ സന്തുലിതാവസ്ഥയുടെ തത്വം ഉപയോഗിച്ച് നിങ്ങൾക്ക് കാണിച്ചുതരാൻ എനിക്ക് കഴിഞ്ഞു, അതിനാൽ ഒരു ക്വാഡ്രാറ്റിക് ഉണ്ടെന്ന് ഞങ്ങൾ കണ്ടെത്തി. ഞാൻ നിങ്ങൾക്ക് കാണിച്ചുതന്ന ചിത്രം വ്യതിചലിപ്പിക്കുക, പ്ലാങ്ക് സമൂലമായ സിദ്ധാന്തം കൊണ്ടുവന്നു, ഇത് മനസ്സിലാക്കാൻ കഴിയുമെന്ന് ബ്ലാക്ക് ബോഡി റേഡിയേഷനെക്കുറിച്ചുള്ള പരീക്ഷണ ഫലങ്ങൾ നിങ്ങൾ പ്രകാശത്തെ കണികകളുടെ പ്രവാഹമാണെന്ന് നിങ്ങൾ സങ്കൽപ്പിച്ചാൽ മനസ്സിലാക്കാം, അതാണ് അദ്ദേഹം പറഞ്ഞത്, പക്ഷേ പ്ലാങ്ക് ശരിക്കും വിശ്വസിച്ചില്ല ഫോട്ടോൺ എന്ന സങ്കൽപ്പത്തിൽ അദ്ദേഹം ലളിതമായി ചിന്തിച്ചത്, വൈദ്യുതകാന്തിക തരംഗങ്ങൾ അറയിലെ ആറ്റങ്ങളുമായോ തന്മാത്രകളുമായോ ഇടപഴകുമ്പോൾ, കറുത്ത ശരീരത്തിന്റെ വികിരണം പഠിക്കുമ്പോൾ നിങ്ങൾ നോക്കാൻ പോകുന്നത് അതാണ് ഒരു കണികയാണെന്ന് നടിക്കുന്നത്, അതാണ് പ്ലാങ്ക് വിശ്വസിച്ചത് . ഐൻസ്റ്റൈൻ തന്റെ വിശദീകരണം നൽകിയപ്പോൾ എടുത്ത മഹത്തായ ചുവടുവയ്പ്പ്, ഫോട്ടോണിനെ യാഥാർത്ഥ്യത്തെ പൂർണ്ണമായും പ്രതിനിധീകരിക്കുന്നതായി അദ്ദേഹം കണക്കാക്കുന്നു, അതിനാൽ ഫലപ്രദമായ ഒരു ചിത്രം നൽകാൻ അദ്ദേഹം ശ്രമിച്ചില്ല പ്രകാശത്തിന് കണികകളുടെ ഒരു പ്രവാഹം പോലെ പ്രവർത്തിക്കാൻ കഴിയുമെന്ന് അദ്ദേഹം പറഞ്ഞു, കുറച്ച് സമയത്തേക്ക് ഞാൻ ചർച്ച ചെയ്യാൻ പോകുന്നു, അതിനാൽ ആ അർത്ഥത്തിൽ ഐൻസ്റ്റൈൻ ചെയ്തത് പ്ലാങ്കിന് മുമ്പ് പ്ലാങ്ക് ചെയ്തതിനേക്കാൾ വളരെ ധീരവും ധീരവുമാണ്, എന്നാൽ അത് സൗകര്യപ്രദമായ ഭാഷയായിരുന്നു . ഐൻസ്റ്റൈൻ അത് യാഥാർത്ഥ്യമായിരുന്നു, ചില ലളിതമായ സമവാക്യങ്ങൾ എഴുതുന്നതിന് മുമ്പ് ഞങ്ങൾ വളരെക്കാലം ചെലവഴിച്ചതിന്റെ കാരണം, ഫോട്ടോഇലക്ട്രിക് ഇഫക്റ്റിലെ പ്രശ്നങ്ങൾ നിങ്ങൾ എല്ലാവരും പരിഹരിച്ചുവെന്ന് എനിക്കറിയാം, അതിനാൽ ലെനാർട്ടിന്റെ പ്രസിദ്ധമായ പരീക്ഷണം ഓർക്കുക ഇതാണ് മിലികാൻ , സോഡിയം എന്ന ലോഹത്തെ ലക്ഷ്യം വെച്ചുള്ള മിലിക്കന്റെ പരീക്ഷണമാണിത്, വരുന്ന നേർരേഖ നിങ്ങൾ കാണുന്നു, അതിനാൽ ഇത് ഏറ്റവും ആശ്ചര്യപ്പെടുത്തുന്ന കാര്യമാണ്, ഇത് ആവൃത്തിയിൽ രേഖീയമായി പ്രവർത്തിക്കുന്നു എന്നതാണ്. പ്രദേശം അൽപ്പം മുകളിലായതിനാൽ ഞങ്ങൾ സോഡിയത്തെ ഒരു മൂലകമോ സീസിയം പോലെയുള്ള ലോഹമോ അല്ല നോക്കുന്നത്, എന്നാൽ നിങ്ങൾ

അങ്ങനെ ചെയ്താൽ അതാണ് നിങ്ങൾ കാണാൻ പോകുന്നത്, ഇതാണ് ഇത്. തരംഗ സിദ്ധാന്തത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ മനസ്സിലാക്കാൻ കഴിയാത്ത ഒരു കാര്യമാണ്, ഞങ്ങൾ അത് ചർച്ച ചെയ്തു, അതിനാൽ പത്ത് വർഷമായി ഈ പരീക്ഷണങ്ങൾ നടത്തിയ മില്ലികൺവെർട്ട് മില്ലിക്കന്റെ സൂക്ഷ്മമായ പരീക്ഷണങ്ങളുടെ എല്ലാ നിഗമനങ്ങളും നമുക്ക് ഓർമ്മിക്കാം, ഇത് ഒരു പരീക്ഷണമല്ല. ആറ് മാസമോ എട്ട് മാസമോ രണ്ട് വർഷമോ ആയതിനാൽ ധാരാളം ഡാറ്റയുണ്ട്, ആദ്യ പരിണതഫലം , ഫോട്ടോ എമിഷനായി നിങ്ങൾക്ക് ഒരു മിനിമം ഫ്രീക്വൻസി ആവശ്യമാണ് എന്നതാണ്, ക്ലാസിക്കായി ഓർക്കുക, തരംഗത്തിന്റെ ഊർജ്ജം അതിന്റെ വ്യാപ്തിയാണ് വഹിക്കുന്നത്, അതിന്റെ ആവൃത്തിയിലല്ല. തരംഗത്തിന്റെ ആന്ദോളനം എത്ര തവണ ആന്ദോളനം ചെയ്യുന്നുവെന്ന് നിങ്ങളോട് പറയുന്നു, അതേസമയം അത് എത്ര ഊർജ്ജം വഹിക്കുന്നുണ്ടെന്ന് ആംപ്ലിറ്റ്യൂഡ് നിങ്ങളോട് പറയുന്നു രണ്ട് വ്യത്യസ്ത കാര്യങ്ങളുണ്ട് , അതിനാൽ ഊർജ്ജം ശബ്ദ ആവൃത്തിയുടെ തീവ്രത പോലെയാണ്, അതിനാൽ എനിക്ക് വളരെ ഉയർന്ന പിച്ചിൽ സംസാരിക്കാൻ കഴിയും a വളരെ കുറഞ്ഞ തീവ്രത, അതിനാൽ കൂടുതൽ ഊർജ്ജം ഇല്ല, പക്ഷേ ഞാൻ ഉയർന്ന പിച്ചിലേക്ക് പോയി അല്ലെങ്കിൽ അത് മറ്റൊരു വഴിയാകാം, എനിക്ക് വളരെ ഉയർന്ന തീവ്രതയിൽ വളരെ ഉച്ചത്തിലുള്ള ശബ്ദത്തിൽ സംസാരിക്കാൻ കഴിയും w പിച്ച് സംഗീതജ്ഞർക്ക് അവർക്ക് വളരെ താഴ്ന്ന പിച്ചിലേക്ക് പോകാൻ കഴിയും, അവർക്ക് വളരെ ഉച്ചത്തിൽ പാടാൻ കഴിയും, അതാണ് ഞങ്ങൾക്ക് ഉള്ള വ്യത്യാസം, അതിനാൽ ഇത് ശബ്ദം ഉൾപ്പെടെ എല്ലാ തരംഗ പ്രതിഭാസങ്ങളിലും സ്ഥിരീകരിക്കപ്പെട്ട വസ്തുതയാണ്, പക്ഷേ ഞങ്ങൾ ഇവിടെ പറയുന്നത് ആ ഫോട്ടോയാണ് എമിഷൻ,

അതിനാൽ ഞങ്ങൾ എന്താണ് പറയുന്നത് , അതിനാൽ ഞാൻ ഇവിടെ എഴുതട്ടെ, അതിനാൽ ഞങ്ങൾ പലതവണ പറഞ്ഞതെല്ലാം മനസ്സിലാക്കുന്നതിന്റെ പ്രയോജനത്തിനായി ഞാൻ ആവർത്തിക്കുന്നു, അതിനാൽ ഞങ്ങൾ ഭൗതികശാസ്ത്രജ്ഞരാണ്, അതിനാൽ ആവർത്തനത്തെ ഞങ്ങൾ ഭയപ്പെടുന്നില്ല, അതിനാൽ ആവശ്യമുള്ളത്ര തവണ ആവർത്തിക്കാം നമ്മൾ പറയുന്നത് ഇലക്ട്രോണുകളുടെ ഉദ്വമനത്തിന് ആവശ്യമായ ഊർജ്ജം ഇപ്പോൾ ഇലക്ട്രോണുകൾ ബന്ധിതമാണ് , അതിനാൽ ഏറ്റവും കുറഞ്ഞ ഊർജ്ജം ആവശ്യമില്ലെങ്കിൽ മിനിമം ഊർജ്ജം ആവശ്യമാണ് . ഊർജ്ജ സംരക്ഷണം നിങ്ങൾ വേണ്ടത്ര ഊർജം നൽകുന്നില്ല, നിങ്ങൾക്ക് വേണ്ടത്ര ലഭിക്കുന്നില്ല, ഇലക്ട്രോണുകൾ ഒന്നും തന്നെ ലഭിക്കുന്നില്ല, എന്നാൽ പുതിയ m-നേക്കാൾ കുറവാണെങ്കിൽ ഉദ്വമനം നടക്കില്ല എന്നാണ് പരീക്ഷണങ്ങൾ നമ്മോട് പറയുന്നത്. വ്യത്യസ്ത ലോഹങ്ങൾക്ക് ഈ പുതിയ മിനിമം വ്യത്യസ്തമാണ്, സോഡിയം സീസിയം സിങ്ക് ലെഡ് മുതലായവയുടെ പ്രവർത്തന പ്രവർത്തനവുമായി ഞങ്ങൾ ബന്ധപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു . അതിലേക്ക് കടക്കുക, അതിനാൽ പുതിയത് പുതിയ മിനിമത്തേക്കാൾ കുറവാണെങ്കിൽ ഉദ്വമനം നടക്കില്ലെന്ന് ഞങ്ങൾ പറയുന്നു , അതുപോലെ തന്നെ ഇ-മിനിമിൽ കുറവാണെങ്കിൽ ഉദ്വമനം നടക്കില്ല , കൂടാതെ ഊർജ്ജ സംരക്ഷണത്തിനായി ഞങ്ങൾ നോക്കുന്നതിനാൽ എന്റെ പുതിയത് എങ്ങനെയെങ്കിലും എന്നാണ് അർത്ഥമാക്കുന്നത് ഊർജ്ജവുമായി ബന്ധപ്പെട്ട ഐൻസ്റ്റീന്റെ മഹത്തായ നിരീക്ഷണം ഇതായിരുന്നു, മറുവശത്ത്, പ്ലാങ്ക് ഇതിനകം തന്നെ അനുമാനിച്ചിരുന്നു, ഏത് ആവൃത്തിയിലും ഒരു നിശ്ചിത ആവൃത്തിയിലുള്ള ഫോട്ടോണുകൾ ഉപയോഗിച്ച് ഊർജം വരുമെന്ന് നമുക്ക് സങ്കൽപ്പിക്കാൻ കഴിയും, അതിനാൽ പ്ലാങ്ക് എന്താണ് പറഞ്ഞത് ? ഒരു നിശ്ചിത ആവൃത്തിയിൽ ഈ അളവ് എന്തുതന്നെയായാലും ഊർജ്ജ സാന്ദ്രത ഉണ്ടായിരിക്കുക, ഇത് n ആയി എഴുതാം h nu h എന്നത് പ്ലാങ്കിന്റെ സ്ഥിരാങ്കമാണ്, ഇതാണ് സംഖ്യ ഡെൻ എന്ന് തിരിച്ചറിഞ്ഞു. ഇത് സംഖ്യാ സാന്ദ്രതയുമായി തിരിച്ചറിയപ്പെടുന്നു, അതിനാൽ നമ്മൾ എന്താണ് ചെയ്യുന്നത്, പ്രകാശത്തിന്റെ ഒരു തരംഗ പ്രതിഭാസമാണ് മാക്സ്വെല്ലിന്റെ സിദ്ധാന്തത്തിൽ നിന്നുള്ള പദപ്രയോഗത്തിന്റെ ഇടതുവശം വരുന്നത്, അത് കണികാ സിദ്ധാന്തത്തിൽ നിന്ന് വരുന്ന ഒരു പദപ്രയോഗത്തോട് ഞങ്ങൾ തുല്യമാക്കുന്നു, അതായത് ഓരോ ഫോട്ടോണും വഹിക്കുന്നത് ഊർജ്ജം h nu, ഒരു യൂണിറ്റ് വോളിയത്തിൽ n ഫോട്ടോണുകൾ ഉണ്ട്, അതിനാൽ മൊത്തം ഊർജ്ജ സാന്ദ്രത h nu ആയി n ആണ്, അതിനാൽ യുക്തിപരമായി പറഞ്ഞാൽ ഇതൊരു പൊരുത്തമില്ലാത്ത ബന്ധമാണ്, അതിനാൽ നമ്മൾ എന്താണ് ചെയ്യുന്നത് ആപ്പിളും ഓറഞ്ചും താരതമ്യം ചെയ്യുന്നു, ഇടത് വശത്ത് ആപ്പിളാണ് വരുന്നത് തരംഗ സമവാക്യത്തിൽ നിന്ന് വലതുവശത്ത് ഓറഞ്ച് നിറമാണ്, കണിക വിവരണത്തിൽ നിന്ന് വരുന്നത് കണികയും തരംഗവുമാകാൻ കഴിയില്ല, അത് ഒരു കണമോ തരംഗമോ ആകാൻ സാമാന്യബുദ്ധി നമ്മോട് പറയുന്നതാണ്, പക്ഷേ ഇപ്പോഴും മനസ്സിലാക്കാൻ പ്ലാങ്ക് ഇത് ചെയ്തു. ബ്ലാക്ക് ബോഡി റേഡിയേഷനും ഐൻസ്റ്റൈനും ഇതേ ആശയം സ്വീകരിച്ചു, ഫോട്ടോ ഇലക്ട്രിക് പ്രഭാവം മനസിലാക്കാൻ ഞങ്ങൾ അത് ഉപയോഗിക്കാൻ പോകുകയാണ്, അതിനാൽ ഈ വിശദീകരണം പോകുന്നുവെന്ന് മനസിലാക്കുക നമ്മൾ സാധാരണ ചെയ്യുന്നതിനെതിരായി, അതിന് ഒരു വലിയ ധൈര്യം ആവശ്യമാണ്, രണ്ട് ചിത്രങ്ങളും പൊരുത്തപ്പെടുത്തുന്നതിന് പിന്നീടുള്ള ഘട്ടത്തിൽ ധാരാളം ജോലികൾ ചെയ്യാൻ കഴിയും, പക്ഷേ ഇത് ലളിതമല്ല എന്ന വസ്തുത നാം അറിഞ്ഞിരിക്കണം. അനുമാനം ഇപ്പോൾ എന്റെ പരീക്ഷണത്തിന്റെ അധിക സവിശേഷതകളുണ്ട്, ഫോട്ടോ എമിഷന് ആവശ്യമായ ഏറ്റവും കുറഞ്ഞ ആവൃത്തി മാത്രമേ ഞാൻ ചർച്ച ചെയ്തിട്ടുള്ളൂ എന്നതാണ് അടുത്ത നിരീക്ഷണം, ഇത് മിനിമം ഫ്രീക്വൻസിക്ക് അപ്പുറം തീവ്രതയ്ക്ക് ആനുപാതികമാണ് എന്നതാണ് . നിങ്ങൾ തീവ്രത വർദ്ധിപ്പിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുമ്പോൾ, നിങ്ങൾ ജോലിസാധ്യതകൾ മറികടന്നതിന് ശേഷം, നിങ്ങൾ ഫോട്ടോണുകളുടെ എണ്ണം വർദ്ധിപ്പിക്കുകയാണ്, അതിനാൽ ഫോട്ടോണുകളുടെ എണ്ണം കാരണം ഉദ്വമനം നടക്കുന്നുണ്ടെന്ന് നിങ്ങൾ സങ്കൽപ്പിക്കുന്നുവെങ്കിൽ, ഏറ്റവും കുറഞ്ഞ ആവൃത്തി ആവശ്യമാണ്. തീർച്ചയായും നിങ്ങളുടെ വൈദ്യുതധാര ഇലക്ട്രോണുകളുടെ എണ്ണം വർധിച്ചുകൊണ്ടേയിരിക്കുന്നു, അതിനാൽ ഈ ചിത്രം വീണ്ടും ഐൻസ്റ്റീൻ പറഞ്ഞതിനോട് യോജിക്കും . r റിലേഷൻ ആശ്ചര്യകരമല്ല, കാരണം ഇൻകമിംഗ് റേഡിയേഷന്റെ കൂടുതൽ ഊർജ്ജം പുറത്തുവരുന്ന ഇലക്ട്രോണിന്റെ ഊർജ്ജത്തെക്കാൾ വലുതാണ്, അതിനാൽ ഒരു രേഖീയ ബന്ധമുണ്ട് , അതിനാൽ ഫോട്ടോൺ ചിത്രം സ്വീകരിച്ചാൽ നമുക്ക് അത് ചെയ്യാൻ കഴിയുമെന്ന് ഗുണപരമായി അഭിനന്ദിക്കാൻ ഞങ്ങൾക്ക് കഴിഞ്ഞു. ഈ എല്ലാ പരീക്ഷണ നിരീക്ഷണങ്ങളും കണക്കിലെടുക്കുന്നു, ഐൻസ്റ്റൈൻ ചെയ്തത് അതാണ്, അതിനാൽ ഐൻസ്റ്റൈൻ വിപ്ലവം പുനഃസ്ഥാപിക്കുന്നതിനുള്ള ഇനിപ്പറയുന്ന സംഗതിയാണ് ഒരു നിശ്ചിത ആവൃത്തിയുടെ റേഡിയേഷൻ nu എന്നത് ക്വാണ്ടയുടെ ഒരു ശേഖരത്തിന് തുല്യമാണ്, ഇപ്പോൾ ക്വാണ്ടം എന്ന വാക്കിന്റെ അർത്ഥം കണികാ ക്വാണ്ടം എന്നല്ല അർത്ഥമാക്കുന്നത് അത്തരത്തിലുള്ള ഒരു വസ്തുവിന്റെ ക്വാണ്ടം എന്താണ് , അത് അളവ് എന്ന വാക്കിൽ നിന്നാണ് വരുന്നത്, അത് ശരിയാണ്, പക്ഷേ ഞങ്ങൾ കണിക എന്ന വാക്ക് ഉപയോഗിക്കാറുണ്ട്, കാരണം അത് വ്യതിരിക്തമായ യൂണിറ്റുകളിൽ വരുന്നു, ഈ ക്വാണ്ടം വ്യതിരിക്തമായ യൂണിറ്റുകളിൽ വരുന്നു, അതിനാൽ ഞങ്ങൾ പറയുന്നു ഫ്രീക്വൻസി nu വിന്റെ വികിരണം ക്വാണ്ടയുടെ ഒരു ശേഖരത്തിന് തുല്യമാണ് , അവ ഓരോന്നും ഒരു ഊർജ്ജം വഹിക്കുന്നു, അതിനാൽ ഇത് ഐൻസ്റ്റൈൻ വിപ്ലവമാണ് , അവിടെ അദ്ദേഹം ഫോട്ടോൺ ആശയം സ്വീകരിച്ചു. തീവ്രമായി ഞാൻ അവിടെ മുമ്പ് എഴുതിയത് കൂടുതൽ അളവിൽ ആവർത്തിക്കാൻ പോകുന്നു, അതിനാൽ നിങ്ങൾ സ്ക്രീനിൽ നോക്കിയാൽ ക്ലാസിക്കൽ എക്സ്പ്രഷനിൽ നിന്ന് രണ്ട് പദപ്രയോഗങ്ങൾ നിങ്ങൾ കണ്ടെത്തും, ഊർജ്ജ സാന്ദ്രത എപ്സിലോണിൽ നിന്ന് 2 ലേക്ക് ഇ-നോട്ട് സ്ക്വയറിലേക്ക് പോകുമ്പോൾ എന്താണ് ഞാൻ ചെയ്യുന്നത് ഞാൻ എഴുതുന്നത് ഇ നട്ട് കോസ് കെ ഡോട്ട് ആർ മൈനസ് ഒമേഗ ടി മൈനസ് ഒമേഗ ടി എന്റെ ഒമേഗ മറ്റൊന്നുമല്ല, 2 പൈ നു എന്റെ ആവൃത്തിയാണ്, അതാണ് ഞാൻ എഴുതുന്നത് മാക്സ്വെല്ലിന്റെ പദപ്രയോഗം ഉപയോഗിച്ചാൽ അതിനനുസരിച്ചുള്ള ഊർജ്ജം മറ്റൊന്നാകില്ല ഹാഫ് എപ്സിലോൺ നട്ട് ഇ നട്ട് സ്ക്വയർ എന്ന ഈ പദപ്രയോഗം എഴുതുമ്പോൾ രണ്ടുപേരും ഇവിടെ ഓർക്കേണ്ട

ഒരു കാര്യമുണ്ട്, കാലാകാലങ്ങളിൽ ഞങ്ങൾ ശരാശരി കണക്കാക്കിയിട്ടുള്ളതും അത് ന്യായമാണ്, കാരണം ദൃശ്യമായ ആവൃത്തിയിൽ പോലും ദൃശ്യ ശ്രേണിയിൽ പോലും 10 ന്റെ ആവൃത്തിയുടെ ആവൃത്തിയുണ്ട് ഓരോ സെക്കൻഡിലും 14 ഹെർട്സിന്റെ ശക്തിയിലേക്ക് എന്റെ പ്രകാശ തരംഗം 10 മുതൽ 14 മടങ്ങ് വരെ ആന്ദോളനം ചെയ്യുന്നു, അത്തരത്തിലുള്ള ഒരു റെസല്യൂഷൻ നമുക്കില്ല , ഫോട്ടോഇലക്ട്രിക് പ്രഭാവം എന്നത് നമ്മൾ അനുമാനിക്കുന്ന അനുമാനമാണ്. e-നിർമ്മാണം, upe എന്നത് ഒരു യൂണിറ്റ് വോളിയത്തിന് ഫോട്ടോൺ സാന്ദ്രതയ്ക്ക് തുല്യമാണ്, അതാണ് ഞങ്ങൾ h nu-ലേക്ക് എഴുതുന്നത്, അതിനാൽ ഞാൻ ഇത് വീണ്ടും എഴുതുന്നു, അതിനാൽ നിങ്ങളുടെ മനസ്സിൽ ഇത് സ്ഥിരീകരിക്കാൻ ഞങ്ങൾ ആഗ്രഹിക്കുന്നത് ഈ രണ്ട് പദപ്രയോഗങ്ങളെയും തുല്യമാക്കുക എന്നതാണ്. നമുക്ക് എന്താണ് ചെയ്യേണ്ടത്, വൈദ്യുതകാന്തിക തരംഗത്തിന്റെ ഊർജ്ജ സാന്ദ്രത ലഭിക്കുന്നതിന് ക്ലാസിക്കൽ വൈദ്യുതകാന്തിക സിദ്ധാന്തത്തിന് വേണ്ടി ഞാൻ ക്ലാസിക്കൽ മെക്കാനിക്സ് ഉപയോഗിക്കുന്നു, തുടർന്ന് ഫോട്ടോൺ സാന്ദ്രതയെക്കുറിച്ചുള്ള വിവരങ്ങൾ ലഭിക്കുന്നതിന് ഞാൻ പ്ലാങ്ക് സിദ്ധാന്തം ഉപയോഗിക്കുന്നു യൂണിറ്റ് വോളിയവും പരസ്പരവിരുദ്ധമെന്ന് തോന്നുന്ന ഈ രണ്ട് ആശയങ്ങളും ഉപയോഗിച്ച് ഞാൻ ചെയ്യാൻ ആഗ്രഹിക്കുന്നത് ഫോട്ടോഇലക്ട്രിക് ഇഫക്റ്റ് മനസിലാക്കുക എന്നതാണ്, ഞാൻ ഇത് പ്രായോഗികമായി നിങ്ങൾക്ക് വാക്കുകളിൽ വിശദീകരിച്ചു, അതിനാൽ ഞങ്ങൾ ചെയ്യേണ്ടത് കുറച്ച് കൂടുതൽ ജോലികൾ ചെയ്യുകയും തുടർന്ന് അത് ധരിക്കുകയും ചെയ്യുക എന്നതാണ്. പരിമിതമായ സാധുത പരിമിതമായ പ്രയോഗക്ഷമതയുള്ള ഫോട്ടോൺ എന്ന ആശയത്തിൽ അദ്ദേഹം വിശ്വസിച്ചില്ല, എന്നാൽ ഐൻസ്റ്റൈൻ ചെയ്തത് അത് എടുക്കുക എന്നതാണ് പ്ലാങ്ക് സിദ്ധാന്തം ഒരു വിമുഖമായ വിശദീകരണമാണെന്ന് ഈ ഘട്ടത്തിൽ നാം ഓർക്കണം. നിങ്ങൾ പറയുമ്പോൾ പ്രകാശത്തെ കണികകളുടെ ഒരു ശേഖരമായി കാണാമെന്ന് പറയുമ്പോൾ പ്രകൃതിയെ നോക്കുന്ന രീതിയുടെ വീക്ഷണകോണിൽ നിന്ന് ദാർശനികമായി പറഞ്ഞാൽ എന്താണ് വലിയ വ്യത്യാസം എന്നത് നമ്മൾ മനസ്സിൽ സൂക്ഷിക്കേണ്ട ഒരു പ്രധാന ആശയമാണ് . ഒരു തുടർച്ചയായ പ്രവർത്തനത്തെക്കുറിച്ച് ഞങ്ങൾ ചിന്തിക്കുന്ന ഒരു തരംഗം തുടർച്ചയായി വ്യത്യാസപ്പെടുന്ന ഒരു തരംഗമാണ് നിങ്ങളുടെ ഫീൽഡ് സ്ഥലത്തിലും സമയത്തിലും തുടർച്ചയായി വ്യത്യാസപ്പെടുന്നു, അതായത് ഏത് സമയത്തും ഊർജ്ജം എല്ലാ സ്ഥലത്തും തുടർച്ചയായി വിതരണം ചെയ്യപ്പെടുന്നു, ഉദാഹരണത്തിന് നമുക്ക് ഒരു പോയിന്റ് ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്ന ഫീൽഡ് പരിഗണിക്കാം കണിക നമുക്ക് ഘട്ടം ഘട്ടമായി പോകാം, അതിനാൽ ഫീൽഡുകൾ ക്ലാസിക്കൽ ഫീൽഡുകൾ നമുക്ക് ക്ലാസിക്കൽ ഫേഡുകളിലേക്ക് നോക്കാം, ഒരു പോയിന്റ് കണിക ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്ന ഫീൽഡ് ഞാൻ നോക്കാം, ഇതിന് ചാർജ് ഉണ്ടെന്ന് പറയാം q ഇത് അകലെയാണ് r സ്ഥാനം വെക്റ്റർ r എന്നത് ചില കോർഡിനേറ്റ് സിസ്റ്റത്തിലാണോ എന്ന് ഞാൻ പറയുന്നു, എന്റെ വൈദ്യുത മണ്ഡലം r സ്ക്വയർ r തൊപ്പി ഉപയോഗിച്ച് q ആണ് നൽകിയിരിക്കുന്നത്, അതാണ് ഞാൻ എഴുതുന്നത്, ഈ പദപ്രയോഗം എഴുതുമ്പോൾ, ഈ r ഈ ആർക്ക് കഴിയുന്ന എവിടെയും കൊണ്ടുപോകാമെന്ന് മനസ്സിലാക്കാം എവിടെയും കൊണ്ടുപോകാം അതിനർത്ഥം എനിക്ക് ഒരു ടെസ്റ്റ് ചാർജ് എടുക്കാം q അത് ഇവിടെ എവിടെ വേണമെങ്കിലും ഇവിടെ സ്ഥാപിക്കുക , ഈ ഫോർമുല നൽകുന്ന ഒരു വൈദ്യുത മണ്ഡലം എനിക്ക് അനുഭവപ്പെടുന്നു, അതിനാൽ എന്റെ ഫീൽഡ് ഇത് ഒരു പ്രവർത്തനമാണെങ്കിൽ സ്ഥാനത്തിന്റെ തുടർച്ചയായ പ്രവർത്തനമാണ് സമയം എന്നത് സമയത്തിന്റെ തുടർച്ചയായ പ്രവർത്തനമാണ് , അതിനാലാണ് നിങ്ങൾ വൈദ്യുത മണ്ഡലത്തിന്റെ സംയോജനം ഉപയോഗിക്കുമ്പോഴോ അല്ലെങ്കിൽ വൈദ്യുത മണ്ഡലത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ നിങ്ങൾ ഉദാഹരണത്തിനുള്ള സാധ്യതകൾ എഴുതുമ്പോഴോ ഗാസ് നിയമം മുതലായവ ഉപയോഗിക്കാൻ കഴിയുന്നത്. നിങ്ങൾക്ക് സാധ്യതയുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ ഫീൽഡ് ലഭിക്കണമെങ്കിൽ ഞങ്ങൾ അത് ചെയ്യും, ഞങ്ങൾ പൊട്ടൻഷ്യലിന്റെ ഡെറിവേറ്റീവ് എടുക്കുന്നു, അതിനാൽ പൊട്ടൻഷ്യൽ തുടർച്ചയായതാണ് എന്റെ ഫീൽഡ് ഒരു തുടർച്ചയായ പ്രവർത്തനമാണ് , മാക്സ്വെല്ലിന്റെ സിദ്ധാന്തം എന്നോട് പറയുന്നത് ഈ ഇലക്ട്രിക് എന്നാണ് ഫീൽഡും ഒരു ഊർജ്ജം വഹിക്കുന്നു , അതിനാൽ എനിക്ക് ചിന്തിക്കാൻ കഴിയുന്ന മറ്റൊരു ഉദാഹരണം രണ്ട് കപ്പാസിറ്റർ പ്ലേറ്റുകളാണ്, അതിനാൽ ഞാൻ ഇവിടെ ഒരു ചാർജ് q ഇട്ടു, ഞാൻ ഇവിടെ ഒരു ചാർജ് മൈനസ് q ഇട്ടു, അതിനാൽ ഞാൻ ഒരു c എഴുതട്ടെ അപ്പാസിറ്റർ പിന്നീട് രണ്ട് പ്ലേറ്റുകൾക്കിടയിൽ ഒരു സ്ഥിരമായ വൈദ്യുത മണ്ഡലം ഉണ്ട് , ഈ കപ്പാസിറ്റർ അത്രയും വൈദ്യുത മണ്ഡലം സംഭരിക്കുന്നു അല്ലെങ്കിൽ എത്ര ഊർജ്ജ കപ്പാസിറ്റർ ഊർജ്ജ വൈദ്യുതോർജ്ജത്തിനുള്ള ഒരു സംഭരണ സംവിധാനമാണ് എന്ന് ഞങ്ങൾ പറയുന്നു, നമുക്ക് ആവശ്യമുള്ളപ്പോഴെല്ലാം ഞങ്ങൾ അത് ഡിസ്ചാർജ് ചെയ്യുകയും കറന്റ് ആരംഭിക്കുകയും ചെയ്യും . ഞാൻ സർക്യൂട്ട് പൂർത്തിയാക്കുമ്പോൾ ഒഴുകുന്നു, അത് നിങ്ങളുടെ ഉദാഹരണങ്ങളായ ആർസി സർക്യൂട്ട് എൽസി സർക്യൂട്ട് എൽസിആർ സർക്യൂട്ടും മറ്റും നിങ്ങളുടെ നെറ്റ്‌വർക്ക് വിശകലനത്തിലോ വൈദ്യുതകാന്തിക സിദ്ധാന്തത്തിലോ നിങ്ങൾ ചെയ്യും, അത് വൈദ്യുത മണ്ഡലത്തെ സംഭരിക്കുന്നു, വീണ്ടും ഈ സാഹചര്യത്തിൽ വൈദ്യുത മണ്ഡലം epsilon നൽകിയത് 2 e ചതുരത്തിൽ ഒന്നുമല്ല, അതാണ് നിങ്ങൾക്ക് ലഭിക്കാൻ പോകുന്നത് ഇതിന് ആനുപാതികമാണ് അതിനാൽ എന്റെ വൈദ്യുത മണ്ഡലം വീണ്ടും ഒരു തുടർച്ചയായ പ്രവർത്തനമാണ്, അത് എന്റെ ഊർജ്ജ സാന്ദ്രത കൂടിയാണ് , അതായത് ഞാൻ ഒരു ഫീൽഡിനെക്കുറിച്ച് ചിന്തിക്കുമ്പോഴെല്ലാം ഞാൻ എന്നർത്ഥം. മാക്സ്‌വെല്ലിന്റെ മഹത്തായ സംഭാവനയായ ഒരു തുടർച്ചയെ സങ്കൽപ്പിക്കുക, അതാണ് അദ്ദേഹം പറഞ്ഞത്, എന്നാൽ ഞാൻ പ്രകാശത്തിന്റെ ഒരു കണിക സ്വഭാവത്തെക്കുറിച്ച് പറയുമ്പോൾ, കണങ്ങളുടെ ഒരു പ്രവാഹമാണ് ഞാൻ സങ്കൽപ്പിക്കുന്നത്. ഒരു കണികയുടെ y സങ്കൽപ്പം അർത്ഥമാക്കുന്നത് അവിടെ നിർത്തലാക്കലാണ് , അതായത് ഒരു വിരാമം ഉണ്ടെന്നും രണ്ട് കണികകൾക്കിടയിൽ അവശ്യമായി വിടവ് ഉണ്ടെന്നും അർത്ഥമാക്കുന്നു , ഉദാഹരണത്തിന് എന്റെ വെള്ളം ഒരു നിശ്ചിത സാന്ദ്രതയിലാണെന്നോ ഈ പേന ഒരു നിശ്ചിത സാന്ദ്രതയിലാണെന്നോ ഞാൻ പറയുമ്പോൾ അതാണ് നമ്മൾ പറയുന്നത്. ഇത് ഒരു ഏകദേശ കണക്കാണെന്ന് എനിക്കറിയാം, കാരണം ഞാൻ മൈക്രോസ്കോപ്പ് ഉപയോഗിച്ച് അതിന്റെ ഉള്ളിലേക്ക്

ആഴത്തിൽ നോക്കിയാൽ അത് വ്യതിരിക്തമാണ്, കാരണം വ്യത്യസ്ത ആറ്റങ്ങൾക്കിടയിൽ ധാരാളം ഇടമുണ്ട് , അതാണ് ഞങ്ങൾ അർത്ഥമാക്കുന്നത്, അതിനാൽ കണികാ സ്വഭാവത്തെക്കുറിച്ച് സംസാരിക്കുമ്പോൾ നമ്മൾ എന്താണ് സംസാരിക്കുന്നത് സ്ഥലത്തിലും സമയത്തിലും തുടരാത്തതിനാൽ, ഒരു നിശ്ചിത ഭൗതിക പ്രതിഭാസം വഹിക്കുന്ന ഊർജ്ജത്തിന്റെ തുടർച്ചയായ വിവരണത്തെ അതേ ഊർജ്ജത്തിന്റെയോ ആവേഗത്തിന്റെയോ ഒരു പ്രത്യേക വിവരണത്തിലൂടെ ഞാൻ മാറ്റിസ്ഥാപിക്കാൻ പോകുന്നുവെന്ന് പറയുമ്പോൾ, ഞങ്ങൾ ഒരു സമൂലമായ മാറ്റത്തിന്റെ തുടർച്ച ഉണ്ടാക്കുന്നു. ഐൻസ്റ്റീനെ വല്ലാതെ അലട്ടിയ ഒരു കാര്യമാണ്, അതിനാൽ എന്റെ മുൻ പ്രഭാഷണങ്ങളിലൊന്നിൽ, ഐൻസ്റ്റൈന്റെ യഥാർത്ഥ പേപ്പർ പോയി നോക്കാൻ ഞാൻ നിങ്ങളെ എല്ലാവരോടും ഉപദേശിച്ചു, അത് നന്നായി വായിക്കാൻ കഴിയും, ഇത് വായിക്കാൻ y പോലെ എളുപ്പമാണ് ഞങ്ങളുടെ പന്ത്രണ്ടാം ക്ലാസിലെ പാഠപുസ്തകം അത് വളരെ വളരെ നന്നായി തിരിച്ചിട്ടുണ്ട്, ഒരു തുടർച്ച വിവരണത്തെ എങ്ങനെ ഒരു വ്യതിരിക്തമായ വിവരണത്തിലൂടെ മാറ്റിസ്ഥാപിക്കാം എന്ന ചോദ്യത്തെ ഐൻസ്റ്റൈൻ ഉന്നയിക്കുകയും അത് തന്റെ പേപ്പറിലെ രണ്ട് ലളിതമായ വാക്കുകളിലേക്ക് ന്യായീകരിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു, അതാണ് നിങ്ങളുടെ സ്ക്രീനിൽ കാണുന്നത് ടെമ്പറൽ സ്കിൻ എന്ന വാക്ക് താൻ ഉപയോഗിക്കുന്ന ഏറ്റവും പ്രധാനപ്പെട്ട വാക്കാണ് ടെമ്പറൽ സ്കെയിൽ എന്ന് അദ്ദേഹം പറയുന്നു, അതിനാൽ ടെമ്പറൽ സ്കെയിൽ എന്ന വാക്ക് എന്താണ് അർത്ഥമാക്കുന്നത് എന്ന് നമുക്ക് മനസിലാക്കാൻ കഴിയണം , അതിനാൽ വലിയ താൽക്കാലിക കഴിവുകൾക്ക് മുകളിൽ തരംഗ സ്വഭാവം കാണുന്നതിന് ഞാൻ കുറച്ച് സമയം ചെലവഴിക്കട്ടെ ഐൻസ്റ്റീന്റെ അടിസ്ഥാന നിരീക്ഷണം, ഞാൻ നിങ്ങളോട് പറഞ്ഞതുപോലെ, എന്റെ വൈദ്യുതകാന്തിക തരംഗം വരുന്നു , അതിന് 10 മുതൽ 14 ഹെർട്സ് വരെ ആവൃത്തിയുണ്ട്, അതാണ് എന്റെ പക്കലുള്ളത്, ഉദാഹരണത്തിന് ഞാൻ ഒരു ഇരട്ട സ്ലിറ്റ് പരീക്ഷണം നടത്തിയാൽ പിന്നെ ഡിറ്റക്ടറുകൾ വെച്ചാൽ എന്ത് ചെയ്യും നിങ്ങളുടെ ഡിറ്റക്ടറാണോ മനുഷ്യന്റെ കണ്ണ്, ഞാൻ സ്കാൻ ചെയ്തുകൊണ്ടേയിരിക്കുന്നു, ഞാൻ മാക്സിമയും മിനിമയും കാണുന്നു, എന്റെ പ്രകാശത്തിന് 10-ന്റെ പ്രതികരണ സമയം 14 സെക്കൻഡിന്റെ ശക്തിയിൽ ഇല്ലെന്ന് എനിക്കറിയാം, അതിനാൽ ഞാൻ കാണുന്നത് ഉയർന്ന സമയമാണ് ശരാശരിയുള്ള കാര്യം നിങ്ങൾക്ക് സങ്കൽപ്പിക്കാൻ കഴിയും, ഉദാഹരണത്തിന് വരുന്ന കണങ്ങളുടെ ഒരു പ്രവാഹം, അവയുടെ സ്ഥാനങ്ങളിലെ മാറ്റങ്ങൾ 10 എന്ന ക്രമത്തിൽ നിന്ന് മൈനസ് 14 സെക്കൻഡിന്റെ ശക്തിയിൽ മുകളിലേക്കും താഴേക്കും പോകുന്നു അല്ലെങ്കിൽ നിങ്ങളുടെ ഐയുടെ റെസല്യൂഷൻ മറ്റെന്താണ് എന്ന് പറയാം. അല്ലെങ്കിൽ നിങ്ങളുടെ ഡിറ്റക്റ്റർ ഒരു മില്ലിസെക്കൻഡിന്റെ ക്രമത്തിലോ ഒരു സെക്കന്റിന്റെ ഒരു ഭാഗത്തിന്റെ ക്രമത്തിലോ ആണ്, അപ്പോൾ ഒരു ഭാവനയുണ്ട് , നിങ്ങൾ ചെയ്യാൻ പോകുന്ന ഒരു ഏകദേശമുണ്ട്, അത് നിങ്ങൾക്ക് ദ്രവ്യത്തിന്റെ തുടർച്ചയായ വിതരണം ഉള്ളതുപോലെയാണ്. താത്കാലിക ഏറ്റക്കുറച്ചിലുകൾ കാരണം നമ്മൾ എന്താണ് പറയാൻ പോകുന്നത്, അതിനാൽ 10 മുതൽ 8 അല്ലെങ്കിൽ 10 വരെയുള്ള ഓർഡറുകൾക്ക് മീതെ 10 അല്ലെങ്കിൽ 10 ന്റെ ശക്തിയിൽ നിന്ന് 12 ന്റെ ശക്തിയിൽ നിന്ന് വ്യതിരിക്തത പോലും കാണിക്കുന്നു നമുക്ക് ചുറ്റുമുള്ളതെല്ലാം തുടർച്ചയായി കാണപ്പെടുന്നതുപോലെ തുടർച്ചയായി തുടരുക , അവ ആഴത്തിൽ തന്മാത്രകളാൽ നിർമ്മിതമാണെങ്കിലും, ഐൻസ്റ്റൈൻ ഇത് എഴുതുമ്പോൾ അദ്ദേഹത്തിന്റെ ബ്രൗണിയൻ മോഷൻ പേപ്പറിൽ നിന്ന് വന്ന പദാർത്ഥത്തിന്റെ തന്മാത്രയ്ക്കോ സ്വഭാവത്തിനോ നേരിട്ടുള്ള തെളിവുകളൊന്നും ഉണ്ടായിരുന്നില്ല. ഒരു ഇലക്ട്രോണിന്റെ ഉദ്വമനം വളരെ കൂടുതലായി നടക്കുന്നുണ്ടെങ്കിലും , നിങ്ങൾ ശരാശരി 10 മുതൽ 14 ആന്ദോളനങ്ങളുടെ ശക്തിയിലോ 10 മുതൽ 12 ആന്ദോളനങ്ങളിലോ ഉള്ള പവർ വരെ ഉള്ളതുകൊണ്ടാണ് ഡിഫ്രാക്ഷൻ ഇടപെടലിനുള്ള നിങ്ങളുടെ തെളിവ് ലഭിക്കുന്നതെന്ന് ഐൻസ്റ്റൈൻ നടത്തിയ അടിസ്ഥാന നിരീക്ഷണമാണിത്. ചെറിയ സമയ സ്കെയിൽ വാസ്തവത്തിൽ ഞാൻ നിങ്ങൾക്ക് ഒരു എസ്റ്റിമേറ്റ് നൽകി, അത് 10 മുതൽ മൈനസ് 9 സെക്കൻഡ് വരെയുള്ള ക്രമത്തിലാണ് ഞാൻ നിങ്ങളോട് പറഞ്ഞത്, അതാണ് ആ സ്കെയിലിൽ ഞാൻ നിങ്ങളോട് പറഞ്ഞത്, ഒരുപക്ഷേ ഇത് ഒരു തുടർ വിവരണമല്ല, ഒരുപക്ഷേ പ്രകാശത്തിന്റെ പ്രത്യേക സ്വഭാവം കാണാൻ കഴിയും , അതിനാൽ നമുക്ക് രണ്ട് വ്യത്യസ്ത പ്രതിഭാസങ്ങൾ ആവശ്യമാണെന്ന് ഐൻസ്റ്റൈൻ നിർദ്ദേശിക്കുന്നു, വളരെ ചെറിയ ഇടവേളകൾ എടുക്കുന്നതെന്തും നിങ്ങൾക്ക് പ്രകാശത്തിന്റെ കണിക സ്വഭാവം ആവശ്യമാണ്, കൂടാതെ വലിയ സമയ സ്കെയിലുകളിൽ ശരാശരി കണക്കാക്കിയാൽ നിങ്ങൾക്ക് വ്യതിരിക്തമായ സ്വഭാവം ഏകദേശമായി തരംതിരിക്കാനാകും. തുടർച്ചയായ സ്വഭാവം അതിനാൽ പ്രകാശം ഒരു വലിയ കണികകളാൽ നിർമ്മിതമാണെന്ന് നമുക്ക് അനുമാനിക്കുന്നത് വളരെ യാഥാർത്ഥ്യമല്ലെന്ന് ഐൻസ്റ്റീൻ പറയുന്നു, ഇതാണ് ന്യായീകരണം, അതിനാൽ ഞാൻ പോകുകയാണ് ഞാൻ നിങ്ങളോട് പറഞ്ഞതെന്തും ആവർത്തിക്കുക, അതിനാൽ രണ്ട് ആളുകൾക്ക് അത് സ്ക്രീനിൽ വായിക്കാൻ കഴിയും, ഐൻസ്റ്റീൻ ചെയ്തത് അടിസ്ഥാനപരമായി രണ്ട് ലളിതവും എന്നാൽ സമൂലവുമായ അനുമാനങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കുക എന്നതായിരുന്നു, അതിനാൽ സ്ക്രീനിൽ ഉള്ളത് വായിക്കട്ടെ, രണ്ട് ലളിതവും എന്നാൽ സമൂലവുമായ അനുമാനങ്ങൾ സംഭവ വികിരണം എന്നതാണ് ആദ്യത്തെ അനുമാനം ഓരോ ഫോട്ടോണും h nu ഊർജ്ജം വഹിക്കുന്ന ഫോട്ടോൺ വാതകത്തിന്റെ പ്രവാഹമായി ആവൃത്തിയുടെ nu കാണാവുന്നതാണ്, ഇപ്പോൾ അത് ഒരു ഗുണപരമായ അനുമാനമാണെന്നും എന്നാൽ വളരെ ശ്രദ്ധാപൂർവം നടത്തിയ മിലിക്കൺ പരീക്ഷണം മനസിലാക്കാൻ നമുക്ക് വളരെ വിശദമായി വിവരിച്ചിട്ടുണ്ട്. കൂടുതൽ ക്വാണ്ടിറ്റേറ്റീവ് അനുമാനങ്ങൾ, യഥാർത്ഥത്തിൽ ഞാൻ ആ അളവ് അനുമാനങ്ങൾ ചർച്ച ചെയ്യാൻ കുറച്ച് സമയം ചെലവഴിക്കാൻ പോകുന്നു, അതിനാൽ ഒരു വ്യക്തിഗത ഫോട്ടോണിൽ നിന്ന് energy ർജ്ജം കൈമാറ്റം ചെയ്യുന്നതിലൂടെ ലോഹത്തിലെ അനുമാന ഇലക്ട്രോണുകളെ ശൂന്യമായ സ്ഥലത്തേക്ക് രക്ഷപ്പെടാൻ ഞാൻ അനുവദിക്കട്ടെ, അതിനാൽ ഞാൻ അത് നിങ്ങളോട് വിശദീകരിക്കണം, അതിനാൽ ഞങ്ങൾ എന്താണ് നിങ്ങൾക്ക് ഇവിടെ ഒരു ലോഹമുണ്ട്, നിങ്ങൾക്ക് ഒരു ഫോട്ടോൺ സ്ട്രീം ഉണ്ട്, അത് ഇവിടെ വരുന്നു, ഇലക്ട്രോണുകൾ പുറന്തള്ളപ്പെടുന്നു, അതിനാൽ ഇത് ഐൻസ്റ്റൈൻ പോലെ എന്റെ പ്രകാശമാണ് ഇപ്പോൾ വരുന്ന എന്റെ ഇലക്ട്രോണുകൾ

ഇവയാണ്, ഫോട്ടോണുകൾ വഴി പ്രകാശത്തിൽ നിന്ന് ഇലക്ട്രോണുകളിലേക്ക് ഊർജം കൈമാറ്റം ചെയ്യപ്പെടുന്നതാണ് ഇപ്പോൾ ഐൻസ്റ്റീൻ സ്വയം ചോദിക്കുന്ന വലിയ ചോദ്യം ഒരു ഇലക്ട്രോണിനെ പുറന്തള്ളാൻ എത്ര ഫോട്ടോണുകൾ ആവശ്യമാണ് എന്നതാണ് . അതാണ് ഞാൻ പറയാൻ ശ്രമിക്കുന്നതെന്ന് ആളുകൾ മനസ്സിലാക്കുന്നു, അതിനാൽ ഞങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കുന്ന അനുമാനം എന്താണ്, അതിനാൽ നിങ്ങൾക്ക് ഒരു വർക്ക് ഫംഗ്ഷൻ ഫൈ ഇതിന് ഊർജ്ജത്തിന്റെ യൂണിറ്റ് ഉണ്ട്, അതിനാൽ ഇത് ഏകദേശം 3 ഇലക്ട്രോൺ വോൾട്ട് ആണെന്ന് പറയാം, പരീക്ഷണം എന്നോട് എന്താണ് പറയുന്നത്? ഇലക്ട്രോണിനെ പുറന്തള്ളാൻ ആവശ്യമായ ഏറ്റവും പുതിയ മിനിമം, എച്ച് ന്റെ ഫൈ ആണ് നൽകുന്നത് എന്ന് പരീക്ഷണം എന്നോട് പറയുന്നു , അതാണ് കണികാ സ്വഭാവത്തിന്റെ വീക്ഷണകോണിൽ നിന്ന് എന്നോട് പറയുന്നത് , ആവൃത്തിയിലുള്ള രണ്ട് ഇലക്ട്രോണുകൾ പുതിയ മിനിമം രണ്ടായി ഉണ്ടാകുന്നത് തികച്ചും സാധ്യമാണ്. ഇലക്ട്രോണിൽ ഇടിച്ചാൽ ഇലക്ട്രോൺ പുറത്തുവരുമായിരുന്നു, അതിനാൽ ഒരു ഇലക്ട്രോൺ ഉണ്ടെന്ന് സങ്കൽപ്പിക്കുക , ആദ്യത്തെ ഫോട്ടോൺ പോയി അതിൽ തട്ടി അത് അതിന്റെ ഊർജ്ജം കൈമാറുന്നു, രണ്ടാമത്തെ ഫോട്ടോൺ പോയി അതിൽ തട്ടി കുറച്ച് കൂടുതൽ ഊർജ്ജം കൈമാറുന്നു ഇവ രണ്ടും ഈ വർക്ക് ഫംഗ്ഷനിലേക്ക് ആ ഊർജ്ജം എന്തുതന്നെയായാലും കൂട്ടിച്ചേർക്കുകയും അത് പുറത്തുവരുകയും ചെയ്യുന്നു, അതിനർത്ഥം ഒന്നിലധികം ഇലക്ട്രോണുകൾ യഥാർത്ഥത്തിൽ ഒന്നിലധികം ഫോട്ടോണുകൾ ആഗിരണം ചെയ്യാൻ സാധ്യതയുണ്ട്. പരീക്ഷണ ഫലത്തിന് എതിരാണ്, ആ സാഹചര്യത്തിൽ ആവൃത്തി മൂന്നിലൊന്ന് ആണെങ്കിൽ പോലും പുതിയ മിനിമം ഉണ്ടാകുമായിരുന്നില്ല, മൂന്ന് ഫോട്ടോണുകൾ ആഗിരണം ചെയ്യുന്നതിലൂടെ ചില ഇലക്ട്രോണുകൾ ഉത്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുമായിരുന്നു, അതിന്റെ പത്തിലൊന്നാണെങ്കിൽ ചില ഇലക്ട്രോണുകൾ ആഗിരണം ചെയ്യപ്പെടുമ്പോൾ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുമായിരുന്നു. നിങ്ങൾ പ്രവർത്തിച്ചാൽ 10 ഇലക്ട്രോണുകളുടെ ഫോട്ടോൺ സാന്ദ്രത 10 മുതൽ 12 10 ന്റെ ശക്തിയിൽ നിന്ന് 13 10 ന്റെ ശക്തിയിൽ നിന്ന് 14 ന്റെ ശക്തിയിൽ നിന്ന് 10-ൽ നിന്ന് 14-ന്റെ ശക്തിയിൽ നിന്ന് 14-ന്റെ ശക്തിയിൽ ആയിരമോ പതിനായിരമോ അല്ലെങ്കിൽ പത്തുലക്ഷമോ ആയിരിക്കും. ആഗിരണം ചെയ്യപ്പെടുന്നു, അവയിൽ പത്തിലൊന്ന് ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നതിൽ കാര്യമില്ല, നിങ്ങൾക്ക് ഇലക്ട്രോൺ കാണാൻ കഴിയുമായിരുന്നു, അതിനാൽ ഐൻസ്റ്റീൻ പറയുന്നത് ലോഹത്തിൽ നിന്ന് പുറത്തുവരുന്ന ഓരോ ഇലക്ട്രോണിലും ആഗിരണം ചെയ്യപ്പെടുന്ന ഒരു ഫോട്ടോൺ ഉണ്ടെന്നാണ്. തീർച്ചയായും ഈ ആഗിരണ പ്രക്രിയയിൽ , പ്രകൃതിയിൽ ഒരിക്കലും ലംഘിക്കപ്പെടാത്ത ഒരു സമയത്തെ ബഹുമാനിക്കുന്ന നിയമമാണ് ഐൻസ്റ്റൈൻ പ്രയോഗിക്കുന്നത് , അതാണ് ഊർജ്ജ സംരക്ഷണം, അതിനാൽ അവിടെയുള്ളതെന്തും നിങ്ങളുടെ സ്ക്രീനിലേക്ക് തിരികെ പോകാം, അതിനാൽ ഞാൻ എന്റെ ടൈപ്പിൽ എന്താണ് എഴുതിയതെന്ന് നോക്കാം ഒരു ഫോട്ടോൺ ആഗിരണം ചെയ്യുന്നതിലൂടെ ഫോട്ടോൺ ഗ്യാസ് ഇലക്ട്രോണുകൾ പുറത്തുവിടുന്ന ഒരു പ്രവാഹമായി ഫ്രീക്വൻസി nu വിന്റെ സംഭവവികിരണം കാണാൻ കഴിയും, കാരണം അതാണ് പരീക്ഷണം എന്നോട് പറയുന്നത് മൂന്നാമത്തേത് വളരെ പ്രധാനമാണ് ഊർജ്ജം ഈ പ്രക്രിയയിൽ കർശനമായി സംരക്ഷിക്കപ്പെടുന്നു . നമുക്ക് വളരെ പ്രധാനമാണ് പരമാവധി ഗതികോർജ്ജം ഫോട്ടോണിന്റെ പൂർണ്ണമായ ആഗിരണവുമായി പൊരുത്തപ്പെടുന്നു, ഇത് ഞങ്ങൾക്ക് വളരെ പ്രധാനമാണ്, അതിനാൽ ഞാൻ നിങ്ങളോട് വിശദീകരിക്കട്ടെ, അത് വീണ്ടും പ്രധാനമാണ് എനിക്ക് ഒരു ലോഹമുണ്ട്, എനിക്ക് എന്റെ വികിരണം വരുന്നു, എന്റെ ഇലക്ട്രോൺ വരുന്നു, ഞാൻ വാദിച്ചു വരാനിരിക്കുന്ന ഓരോ ഇലക്ട്രോണിനും അനുസൃതമായി എനിക്ക് ഒരു ഫോട്ടോൺ ആവശ്യമാണ് , അത് ഒരു പരീക്ഷണ ഫലമാണ്, എന്നാൽ ഇപ്പോൾ ഒരു വിപരീതമുണ്ട് , എന്റെ ഇലക്ട്രോൺ എല്ലാ ടിയും ആഗിരണം ചെയ്യേണ്ടത് ആവശ്യമാണ് ഫോട്ടോണിലെ ഊർജം എന്റെ ഇലക്ട്രോൺ ഊർജത്തിന്റെ ഒരു ഭാഗം മാത്രം ആഗിരണം ചെയ്യുന്നത് സാധ്യമല്ല, അത് എങ്ങനെ രണ്ട് കണങ്ങളുടെ ശേഖരണം പോലെയാണ്, അതിനാൽ എനിക്ക് ഇവിടെ ഒരു കണികയുണ്ട്, എനിക്ക് ഇവിടെ ഒരു കണികയുണ്ട്, അതിനാൽ ഈ കണം വന്ന് അതിൽ തട്ടി പോകുന്നു അതിനാൽ അവസാന അവസ്ഥയിൽ അവ രണ്ടും ചലിക്കുന്ന ഊർജ്ജത്തിന്റെ ഒരു ഭാഗം ഊർജത്തിന്റെ ഈ കണിക ഈ കണികയാൽ എടുക്കപ്പെടുന്നു, അത്തരമൊരു കാര്യം സാധ്യമാണ്, എന്നാൽ പിന്നീട് കണികയിലേക്ക് എത്ര ഊർജ്ജം കൈമാറ്റം ചെയ്യപ്പെടുന്നു എന്നതിനെ ആശ്രയിച്ച് ഇത് കണികാ ഊർജ്ജമായി മാറുന്നു. ചെറുതും ചെറുതുമായതിനാൽ b യുടെ ഊർജ്ജം വലുതാകുമ്പോൾ എനിക്ക് abab ഉണ്ട്, a യുടെ അവസാന ഊർജ്ജം ചെറുതും ചെറുതും ആയിത്തീരുന്നു , അതിനാൽ ഞാൻ നിങ്ങളോട് പറയുന്നു, b പരമാവധി ഊർജ്ജം നേടുമ്പോൾ a അതിന്റെ എല്ലാ ഊർജ്ജവും നഷ്ടപ്പെട്ടു, അത് വളരെ പ്രധാനമാണ്, അല്ലാത്തപക്ഷം നിങ്ങൾക്ക് കഴിയില്ല സ്റ്റോപ്പിംഗ് പൊട്ടൻഷ്യൽ മനസിലാക്കുക, അതിനാൽ മിസ്റ്റർ ഐൻസ്റ്റീൻ ഞങ്ങളോട് പരമാവധി ഗതികോർജ്ജം പറയുന്നു, അതിനാൽ എന്റെ കമ്പ്യൂട്ടറിൽ എഴുതിയിരിക്കുന്ന പരമാവധി ഗതികോർജ്ജം ഫോട്ടോണിന്റെ പൂർണ്ണമായ ആഗിരണവുമായി പൊരുത്തപ്പെടുന്നെങ്കിൽ അത് നിങ്ങൾക്കായി വീണ്ടും ശ്രദ്ധാപൂർവ്വം വായിക്കട്ടെ നിങ്ങൾ അവയെ വളരെ ശ്രദ്ധയോടെ നോക്കുക , പ്ലാങ്കിന്റെയും ഐൻസ്റ്റൈൻ പ്ലാങ്കിന്റെയും സമീപനത്തിൽ അടിസ്ഥാനപരമായ വ്യത്യാസമുണ്ടെന്ന് നിങ്ങൾ കാണുന്നു , ഫോട്ടോണിന്റെ അനുമാനം ഉണ്ടാക്കിയ ഐൻസ്റ്റൈൻ പ്ലാങ്ക് ബ്ലാക്ക് ബോഡി റേഡിയേഷനെക്കുറിച്ച് അദ്ദേഹം വിശദീകരിച്ചു , ആ ഫോട്ടോൺ ഉപയോഗിച്ച് നിങ്ങൾ എന്തുചെയ്യും എന്നാൽ ഇവിടെ ഐൻസ്റ്റൈൻ ഒരു പുതിയ ലോകം തുറക്കുകയാണ്, ഓ, ചില ഫോട്ടോണുകൾ അവയുടെ ഊർജ്ജം പൂർണമായി നൽകിയേക്കില്ല, അതിനർത്ഥം എനിക്ക് അത് പരീക്ഷണാത്മകമായി കാണാൻ കഴിയണം, അതിനാൽ ഇത് കൂടുതൽ പരീക്ഷണാത്മക തെളിവുകളുടെ ഒരു പുതിയ ലോകം തുറക്കുന്നു, ശരിയാണ് സത്യത്തിൽ അതാണ് ഞാൻ അവസാനം ചെയ്യാൻ പോകുകയാണ്, അതിനാൽ പ്ലാങ്ക് സിദ്ധാന്തം എന്താണെന്നതിനേക്കാൾ മെച്ചമായ ഒരു സമീപനവും മെച്ചപ്പെടുത്തലുമാണ് ഇത് അർത്ഥമാക്കുന്നത് ആസൂത്രണ സിദ്ധാന്തത്തെ അപകീർത്തിപ്പെടുത്തുകയോ അനാദരിക്കുകയോ ചെയ്യുന്നതല്ല, എന്നാൽ ഈ സന്ദർഭത്തിൽ ഇത് ശരിക്കും ഉൾക്കാഴ്ചയാണെന്ന് നാം മനസ്സിലാക്കേണ്ടതുണ്ട്. അത് അതിൽ ഉൾപ്പെട്ടിരുന്നു, അതിനാൽ ഞാൻ പോയിന്റുകൾ ലളിതമായി

എഴുതി, കാരണം പരമാവധി എനർജി ഇൻകോ നിർത്തലാക്കുന്ന ഊർജ്ജം നിർത്തലാക്കുന്നതിലൂടെ നിങ്ങൾ നൂറുകണക്കിന് നൂറുകണക്കിന് പ്രശ്നങ്ങൾ പരിഹരിക്കുമെന്ന് എനിക്ക് ഉറപ്പുണ്ട്.

ഇലക്ട്രോണുകളുടെ മിംഗ് ഫ്രീക്വൻസി നമ്പർ സാന്ദ്രതയിൽ ഫോട്ടോണുകളുടെ എണ്ണം പുറന്തള്ളുന്നു, അതിനാൽ ഞാൻ അത് വായിക്കട്ടെ, ഒരു ഇലക്ട്രോണിന്റെ വർക്ക് ഫംഗ്ഷൻ ഫൈ നൗട്ട് ആണെന്ന് കരുതുക, തുടർന്ന് റേഡിയേഷൻ ഇലക്ട്രോണുകൾ പൂർണ്ണമായും അമിൻ ചെയ്യാൻ ആവശ്യമായ ഏറ്റവും കുറഞ്ഞ energy ർജ്ജമാണ് ഫൈ നട്ട്. പരമാവധി എനർജി ഇലക്ട്രോണായ ഫോട്ടോണിനെ അവയുടെ ഉദ്‌വമനത്തിനായി ആഗിരണം ചെയ്യുന്നു , ഓരോ ഫോട്ടോണും ഒരു ഊർജം വഹിക്കുന്നു, അതാണ് പ്ലാങ്ക് പറയുന്നത്, അതിനാൽ ഞാൻ ഇവയെല്ലാം കൂടിച്ചേർന്നാൽ ഏറ്റവും കുറഞ്ഞ ഊർജ്ജം മറ്റൊന്നുമല്ല, അത് ഏറ്റവും കുറഞ്ഞ ആവൃത്തി ഇ നട്ടിൽ കൂടുതലല്ല . തീവ്രതയനുസരിച്ച് നിലവിലെ വർദ്ധനവ് ഞാൻ നിങ്ങൾക്ക് കാണിച്ചുതന്നിട്ടുണ്ട്, ഈ പ്രക്രിയയിൽ ഊർജ്ജം കർശനമായി സംരക്ഷിക്കപ്പെടുന്നു, അതിനാൽ ഇവയാണ് ഞങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കിയ പോയിന്റുകൾ, ഈ സമവാക്യങ്ങളിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നതെല്ലാം നിങ്ങൾ പ്ലഗ് ചെയ്താൽ ഞങ്ങൾക്ക് എന്ത് ലഭിക്കും, ഞാൻ അവ വീണ്ടും എഴുതാൻ പോകുന്നു നിങ്ങൾക്ക് ഇൻകമിംഗ് എനർജി h nu ആണ് അതിനാൽ ഞാൻ ഊർജ്ജ സംരക്ഷണം ഉപയോഗിക്കാൻ പോകുന്നു , ഔട്ട്‌ഗോയിംഗ് ഊർജ്ജം എന്താണ് ഔട്ട്‌ഗോയിംഗ് ഊർജ്ജം ഒരു ഇലക്ട്രോണിന്റേതാണ്, അതിനാൽ ഇതാണ് ഫോട്ടോൺ ഇതാണ് ഇലക്ട്രോൺ അതിനാൽ ഞാൻ എഴുതുന്നത് ef എന്നത് e ഇലക്ട്രോണിന് തുല്യമാണ്, ഞാൻ എന്താണ് എഴുതാൻ പോകുന്നത് ക്ഷമിക്കണം അതല്ല ഞാൻ എഴുതേണ്ടത് ഞാൻ മൊത്തം ഊർജ്ജം എഴുതണം , അന്തിമ അവസ്ഥയിലുള്ള എന്റെ മൊത്തം ഊർജ്ജം പരമാവധി ഗതികോർജ്ജവും ഫൈ നൗട്ട് ആണ് സംഭവ ഊർജം പൂർണ്ണമായും ഫോട്ടോൺ മൂലമാണെന്ന് ഞാൻ ഇവിടെ അനുമാനിക്കുന്നത് എന്താണ്, അതിനാൽ ഇലക്ട്രോണിന്റെ സംഭവ ഊർജ്ജ പ്രാരംഭ ഊർജ്ജം പൂജ്യമാണെന്ന് ഞാൻ എഴുതട്ടെ, അതിനാൽ ഞാൻ അത് പൂജ്യമായി എഴുതുമ്പോൾ ഞാൻ എന്താണ് അർത്ഥമാക്കുന്നത് ? ഇലക്ട്രോണിന്റെ ഊർജ്ജം എന്താണെന്ന് നിങ്ങൾക്ക് മനസ്സിലാക്കാൻ കഴിയും, അതിനാൽ അതിന്റെ ഊർജ്ജം നിസ്സാരമാണെന്ന് അർത്ഥമാക്കുന്നു, അതിനാൽ പ്രാരംഭ മൊത്തത്തിലുള്ള ഊർജ്ജം h nu ആണ് നൽകുന്നത് .

അങ്ങനെ ചെയ്യുന്നത് മോചിപ്പിക്കാൻ കുറച്ച് ഊർജ്ജം നൽകണം, അത് നിങ്ങളുടെ ഫൈ നൗട്ട് ആണ്, അതാണ് ഞങ്ങൾ എഴുതുന്നത്, അതിനാൽ ഈ രണ്ട് സമവാക്യങ്ങളും എഴുതണം , ഈ ഫി നൗട്ടിന് ഞങ്ങൾ എച്ച് നു നൗട്ട് എന്ന് വിളിക്കുന്നു കാരണം nu ഒന്നുമല്ല മിനിമു m energy ർജ്ജം ആവശ്യമാണ് അതിനാൽ നമ്മൾ എന്താണ് എഴുതേണ്ടത് ഈ രണ്ട് സമവാക്യങ്ങളും സംയോജിപ്പിച്ച് h എന്ന് എഴുതുന്നു nu മൈനസ് ന്യൂട്ടൺ nu Nough എന്നത് e ഗതിവിഗതി മാക്സിമിന് തുല്യമാണ്, അതാണ് h nu നെ h യിൽ nu മൈനസ് mu nough ആയി എഴുതുന്നത് e max ആണ് കാരണം തുടക്കമാണ് ടോട്ടൽ എനർജി എന്നത് ശീർഷകം ടോട്ടൽ ഫൈനൽ എനർജിയാണ്, ഇത് അത്ഭുതത്തിന്റെ ഫലമല്ലാതെ മറ്റൊന്നുമല്ല, കാരണം ഫോട്ടോണിന്റെ പരമാവധി ഊർജ്ജവുമായി പൊരുത്തപ്പെടുന്ന ഇലക്ട്രോണിന്റെ ഈ സ്റ്റോപ്പിംഗ് പവർ അദ്ദേഹം നോക്കി, അതിനാൽ വളരെ ലളിതമായ ഈ വിശദീകരണത്തിന് പൂർണ്ണമായും വിവരിക്കാൻ കഴിയും ലെനാർഡ് മില്ലിക്കനും അതിനുമുമ്പ് ഹാലോ വാക്ക്, ഹെർട്സും നടത്തിയ എല്ലാ പരീക്ഷണങ്ങളും ഒരു അർത്ഥത്തിൽ ഇത് ഫോട്ടോഇലക്ട്രിക് ഇഫക്റ്റിന്റെ വിവരണമോ ചർച്ചയോ പൂർത്തിയാക്കുന്നു, പക്ഷേ ഇത് അവിടെ അവസാനിക്കുന്നില്ല, നമുക്ക് കുറച്ച് കാര്യങ്ങൾ കൂടി ചെയ്യാനുണ്ട്, നമുക്ക് എന്താണ് ചെയ്യേണ്ടതെന്ന് നോക്കാം. ഫോട്ടോണിന്റെ ഊർജ്ജം എവിടെയാണ്, ഫോട്ടോണിന്റെ ഊർജ്ജം എവിടെയാണെന്ന് നമ്മൾ ചോദിക്കേണ്ട വളരെ പ്രധാനപ്പെട്ട ഒരു ചോദ്യമാണ്, ഫോട്ടോൺ ഒരു കണികയാണെങ്കിൽ , അതിന്റെ പിണ്ഡം എന്താണ് എന്ന് നമ്മൾ ചോദിക്കുന്നു . നമുക്ക് ഉത്തരം നൽകേണ്ട വളരെ പ്രധാനപ്പെട്ട ചോദ്യമാണ്, അതിനാൽ ഞാൻ വളരെ നിഷ്കളങ്കമായ ഒരു കണക്കുകൂട്ടൽ നടത്തട്ടെ, അത് പൂർണ്ണമായും തെറ്റായ വൈദ്യുതകാന്തിക വികിരണം c വേഗതയിൽ നീങ്ങുന്നു , അതിനാൽ എന്റെ സി എന്താണ്, ഇത് സെക്കൻഡിൽ 8 മീറ്റർ ശക്തിയിൽ 3 മുതൽ 10 വരെ ആയിരിക്കണം. എന്റെ ഫോട്ടോണിന് m ഒരു പിണ്ഡമുണ്ടെങ്കിൽ, ന്യൂട്ടൺ നമ്മോട് എന്താണ് പറയുക, അതിനാൽ ഫോട്ടോണിന്റെ ഊർജ്ജം പകുതി mc ചതുരത്തിൽ നൽകണമെന്ന് ന്യൂട്ടൺ നമ്മോട് പറയും, അതാണ് ഫോട്ടോണിന്റെ പിണ്ഡം m ഉള്ളിടത്ത് ന്യൂട്ടൺ നമുക്ക് തരുന്നത്. ഫോട്ടോണിന്റെ പിണ്ഡം ഫോട്ടോണിന്റെ സ്ഥിരമായ വേഗതയാണെന്ന് ഞങ്ങളോട് പറയുക , അതിനാൽ എല്ലാ ഫോട്ടോണുകളും ഒരേ ഊർജ്ജത്തിൽ വരണം, പക്ഷേ പ്ലാങ്കും ഐൻസ്റ്റൈനും നമ്മോട് പറയുന്നു, ഫോട്ടോണിന്റെ ആവൃത്തിയെ ആശ്രയിച്ച് ഫോട്ടോണിന്റെ energy ർജ്ജം മാറുമെന്ന് ഇപ്പോൾ ഒരു പൊരുത്തക്കേട് ഉണ്ടെന്ന് ഞങ്ങൾ കാണുന്നു. ഊർജത്തിന്റെ ന്യൂട്ടോണിയൻ പദപ്രയോഗവും ഊർജത്തിന്റെ പ്ലാങ്ക് ഐൻസ്റ്റൈൻ പദപ്രയോഗവും തമ്മിൽ അതെ , രണ്ടും ഒരേ കണിക വിവരണമാണ് ഉപയോഗിക്കുന്നതെങ്കിലും, ഈ ചോദ്യത്തിന് ഉത്തരം നൽകുന്നില്ലെങ്കിൽ, കണിക w എന്ന വാക്ക് നമ്മൾ ശരിയായ ജോലി ചെയ്യുന്നില്ല. അർത്ഥശൂന്യമായ കാര്യമായിരിക്കും , ഇതിനൊരു ഉത്തരമുണ്ട്, ഇതിനുള്ള ഉത്തരം ആപേക്ഷികതയിലാണ്, അതിനാൽ ഐൻസ്റ്റൈൻ 1905 ൽ മൂന്ന് മഹത്തായ പേപ്പറുകൾ എഴുതിയെന്ന് ഞാൻ നിങ്ങളോട് പറഞ്ഞതായി ഓർക്കുക, അത് ഫോട്ടോ ഇലക്ട്രിക് ഇഫക്റ്റ് ആയിരുന്നു, അത് ബ്രൗൺ ചലനമായിരുന്നു, അത് ആപേക്ഷികതയാണ്. ആപേക്ഷികത ഈ പ്രശ്നത്തിൽ നിന്ന് നമ്മെ രക്ഷിക്കും എന്നത് ശ്രദ്ധേയമാണ്, പക്ഷേ അത് ലളിതമായ ഒരു പ്രയോഗത്തിലൂടെ നമ്മെ രക്ഷിക്കാൻ പോകുന്നില്ല, അതിന് ഒരു ഉൾക്കാഴ്ച ആവശ്യമാണ്, അതിന് ഒരു നിശ്ചിത അളവിലുള്ള മിടുക്ക് ആവശ്യമാണ്, അത് എന്താണെന്ന് ഞാൻ നിങ്ങളോട് പറയാം, അതിനാൽ നിങ്ങൾ എല്ലാവരും മാസ് എനർജിയെക്കുറിച്ച് കേട്ടിട്ടുണ്ട്. ആപേക്ഷികതയനുസരിച്ച് ഐൻസ്റ്റൈൻ നമ്മോട് എന്താണ് പറയുന്നത് , ഒരു കണികയുടെ മൊത്തം ഊർജ്ജം 1 മൈനസ് v ന്റെ റൂട്ടിന് മുകളിൽ m naught c സ്ക്വയർ ഉപയോഗിച്ച് c ചതുരം കൊണ്ട് നൽകപ്പെടുന്നു, ഇത് പകുതി m Naught v ചതുരത്തിന് തുല്യമല്ല, ഇത് അല്ലെന്ന് ഞങ്ങൾക്കറിയാം അർദ്ധ മീറ്ററിൽ നിന്ന് വി ചതുരത്തിന് തുല്യമാണ്, അതിനാൽ ഇത്

ഊർജ്ജത്തിന്റെ എന്റെ പദപ്രയോഗമാണ്, പക്ഷേ ഇപ്പോഴും ഇത് എന്നെ സഹായിക്കുന്നില്ല, കാരണം ഞാൻ c ന് തുല്യമായി v ഇടുകയാണെങ്കിൽ, ഞാൻ c ഡിനോമിനേറ്ററിന് തുല്യമായി v ഇട്ടാൽ ഇതിന് എന്ത് സംഭവിക്കും, ഇത് 0 ആയി മാറുന്നു e ആണ് ഐക്ക് തുല്യമാണ് nfinity അതിനാൽ ഐൻസ്റ്റൈനോ ആപേക്ഷികതയോ നമ്മെ രക്ഷിക്കുമെന്ന് നിങ്ങളോട് പറയാൻ ഞാൻ തിടുക്കം കാണിച്ചതാകാം, ഇത് ഒരു വൈരുദ്ധ്യമാണെന്ന് തോന്നുന്നു, അതിനാൽ നമ്മൾ ഇൻഫേച്ചുവൽ ന്യൂട്ടൺ നമ്മോട് പറയുന്നു, എല്ലാ ഫോട്ടോണുകളും ഒരേ ഊർജ്ജത്തിൽ വരണമെന്ന് ന്യൂട്ടൺ നമ്മോട് പറയുന്നു . എന്ത് ഊർജ്ജം അനന്തമായ ഊർജ്ജമാണ് നമ്മൾ കുഴപ്പത്തിലാണെന്ന് തോന്നുന്നത്, എന്നാൽ നമ്മൾ സമീപിക്കേണ്ട രീതി അതല്ല , കുറച്ചുകൂടി സൂക്ഷ്മമായ വിശകലനം നടത്തണം, അതിനാൽ നമുക്ക് ചുറ്റിക്കറങ്ങാനുള്ള വഴി എന്താണ് ചെയ്യേണ്ടതെന്ന് നോക്കാം. മാക്സ്വെല്ലിന്റെ സമവാക്യം പൂർണ്ണമാക്കുക, അതിനാൽ മാക്സ്വെല്ലിന്റെ സമവാക്യം അനുസരിച്ച് എന്റെ ഊർജ്ജ സാന്ദ്രത എപ്സിലോൺ നൽകിയത് 2 ഇ സ്ക്വയറും എന്റെ മൊമെന്റം ഡെൻസിറ്റിയുമാണ്, അതിനാൽ വരുന്ന ഒരു വിമാന തരംഗം സങ്കൽപ്പിക്കുക, യൂണിറ്റ് വോള്യത്തിന് എത്ര മൊമെന്റം ഉണ്ടെന്ന് ഞാൻ ചോദിക്കുന്നു, അതിനാൽ ഞാൻ അതിനെ പൈ ഉപയോഗിച്ച് സൂചിപ്പിക്കും ഇതാണ് എന്റെ മൊമെന്റം ഡെൻസിറ്റി , നിങ്ങൾ സി നൽകിയത് ഇത് അളവനുസരിച്ച് ശരിയാണ്, അതിനാൽ ഈ രണ്ട് സമവാക്യങ്ങളും മാക്സ്വെല്ലിൽ നിന്നാണ് വരുന്നത്, അതിനാൽ ഐൻസ്റ്റൈൻ എന്താണ് പറയുക അല്ലെങ്കിൽ ഞങ്ങൾ എന്താണ് പറയുക, നിങ്ങൾ ഒരു കണികാ വിവരണം നൽകാൻ പോകുകയാണെങ്കിൽ ഫോട്ടോണിനെ സംബന്ധിച്ചിടത്തോളം നിങ്ങൾ ഊർജ്ജ സാന്ദ്രത വിവരണവുമായി മാത്രം പൊരുത്തപ്പെടരുത് എന്തുകൊണ്ടാണ് ഇത് ഒരു നിശ്ചിത വേഗതയിൽ വ്യത്യസ്ത വേഗതയിൽ നീങ്ങുന്നത് , ആ ആവേഗം കൈമാറ്റം ഈ പൈ കാരണം നമുക്ക് എഴുതാൻ കഴിയണം, അതിനാൽ ഇപ്പോൾ ഞാൻ എന്ത് ചെയ്യും, സംഖ്യാ സാന്ദ്രതയ്ക്ക് തുല്യമായ u എന്ന് ഞാൻ h nu ലേക്ക് എഴുതും, ഞാൻ പൈ എന്ന് എഴുതും സംഖ്യാ സാന്ദ്രതയ്ക്ക് തുല്യമാണ് u ക്ഷമിക്കണം pi എന്നത് c കൊണ്ട് u യ്ക്ക് തുല്യമാണ്, അതിനാൽ ഇത് എന്നോട് എന്ത് പറയും, ഓരോ ഫോട്ടോണും വഹിക്കുന്ന ആക്കം, അതിനാൽ ഞാൻ അതിനെ e Gamma e Gamma സൂചിപ്പിക്കുന്നു, h nu ആണ് p ഗാമ മൊമെന്റം ഓരോന്നും വഹിക്കുന്നത് ഫോട്ടോൺ h nu യുടെ c ആണ്, അതാണ് ഈ ബന്ധം എന്നോട് പറയുന്നത്, അതിനാൽ ഞാൻ ഒരു സ്ഥിരത സ്ഥാപിക്കാൻ ശ്രമിക്കുമ്പോൾ ഇത് ഫോട്ടോഇലക്ട്രിക് ഇഫക്റ്റാണ് , അവിടെ മൊമെന്റം ഞങ്ങൾക്ക് അത്ര പ്രധാനമായിരുന്നില്ല, എന്നാൽ സ്ഥിരത ആവശ്യപ്പെടുന്നത് ഊർജ്ജത്തിൽ ഞാൻ ഇത് സഹകരിക്കണം എന്നാണ് എനർജി സോറി മൊമെന്റം കുറിച്ച് വേവലാതിപ്പെടണം, ഇപ്പോൾ പിയെ കുറിച്ച് എനിക്ക് ഊർജം വേവലാതിപ്പെടേണ്ടതുണ്ട്, നമ്മൾ ചെയ്യേണ്ടത് തിരിച്ചുപോയി ഊർജ്ജ മൊമെന്റം ബന്ധങ്ങളെ അല്പം വ്യത്യസ്തമായ ഭാഷയിൽ തിരുത്തിയെഴുതുക എന്നതാണ് നേട്ടം, അതിനാൽ എന്നെ അനുവദിക്കൂ നിങ്ങളുടെ അടുത്ത സ്ലൈഡിൽ അത് ചെയ്യുക, അടുത്ത സ്ലൈഡ് ഏതാണ് ഞാൻ ഇത് എഴുതാൻ പോകുന്നത് രണ്ട് പദപ്രയോഗങ്ങൾ നിങ്ങൾക്കെല്ലാവർക്കും ഇത് പരിചിതമാണ്, അതിനാൽ എന്റെ ഊർജ്ജ സാന്ദ്രത നൽകുന്നത് ഒരു മൈനസ് v സ്ക്വയർ, സി സ്ക്വയർ, ആവേഗം ആവേഗത്തിന്റെ ആപേക്ഷിക പദപ്രയോഗമാണിത് _ _ വ്യത്യസ്തമായ ഈ പദപ്രയോഗങ്ങൾ 0 യ്ക്ക് തുല്യമാണെങ്കിൽ ഈ പദപ്രയോഗങ്ങൾ നിസ്സാരമാണ്, കാരണം ക്ലാസിക്കൽപരമായി പിണ്ഡം ഇല്ലെങ്കിൽ ഒരു കണികയും ഉണ്ടാകില്ല, അതിനാൽ m നെ 0 ന് തുല്യമാക്കുക എന്നത് e സമം 0 v യ്ക്ക് തുല്യമാണ്, e സമം 0 v ന് തുല്യമാണ്, c യെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു e സമം p eq ual to infinity രണ്ടും അർത്ഥശൂന്യമാണ്, പക്ഷേ ഇപ്പോൾ ഞാൻ ചോദിക്കും ഞാൻ 0 ലേക്ക് പോയാൽ എന്ത് സംഭവിക്കും, നമ്മൾ ഇപ്പോൾ c ലേക്ക് പോയാൽ എന്താണ് സംഭവിക്കുന്നത്, എന്താണ് സംഭവിക്കുന്നത് ന്യൂമറേറ്റർ 0 ലേക്ക് പോകുന്നു, ഡിനോമിനേറ്റർ 0 ലേക്ക് പോകുന്നു അതിനാൽ ഒരുപക്ഷേ ഒരു ഇത് മനസ്സിലാക്കാനുള്ള സ്ഥിരമായ മാർഗ്ഗം അതാണ് നമ്മൾ നോക്കേണ്ടത്, അതിനാൽ മറ്റൊരു വിധത്തിൽ പറഞ്ഞാൽ, ഞങ്ങൾ 0 c ലേക്ക് പോകുന്ന പരിധിയിലേക്ക് നോക്കാൻ പോകുന്നു, അനന്തതയിലേക്ക് പോകുന്നില്ല, ഞങ്ങൾ ചോദിക്കുന്നു , മാക്സ്വെൽ നിസ്സാരമല്ലാത്ത പരിഹാരങ്ങൾ നേടിയത് പോലെ നിസ്സാരമല്ലാത്ത പരിഹാരങ്ങൾ ഉണ്ടോ ഫ്രീ സ്പേസ് സമവാക്യങ്ങളിൽ ഏത് വൈദ്യുതധാരകളുടെയും ചാർജ് സാന്ദ്രതയുടെയും സാന്നിധ്യത്തിലാണ് സമവാക്യങ്ങൾ ലഭിച്ചത്, എന്നാൽ വൈദ്യുതധാരകളുടെയും ചാർജ് സാന്ദ്രതയുടെയും അഭാവത്തിൽ പോലും പരിഹാരങ്ങൾ ലഭിച്ചു,

അങ്ങനെയാണ് നമുക്ക് തരംഗ പരിഹാരം ലഭിച്ചത്, അത് ഇല്ലാതാക്കുക എന്നതാണ് തന്ത്രം. v അതിനാൽ നമുക്ക് അത് ചെയ്യാം, അതിനാൽ ഞാൻ വീണ്ടും എഴുതാൻ പോകുന്നു, ഇ ഗാമ h nu നും p ഗാമ h nu നും തുല്യമാണ്, ഇതാണ് മാക്സ്വെൽ പ്ലസ് ബ്ലാങ്ക് ഐൻസ്റ്റീൻ ഞങ്ങളോട് പറയുന്നത് , അതിനാൽ എനിക്ക് സ്ഥിരത ലഭിക്കണമെങ്കിൽ പ്രകാശത്തിന്റെ കണികാ സ്വഭാവത്തിന്റെ വിവരണം എച്ച് നുവിന് തുല്യമായ ഇ ഗാമയെ കുറിച്ച് ഞാൻ വിഷമിക്കേണ്ടതില്ല, ഓരോ ഫോട്ടോണും വഹിക്കുന്ന ആവേഗം h nu c ആയിരിക്കണം എന്ന ഈ പദപ്രയോഗം എങ്ങനെ സംയോജിപ്പിക്കാം എന്നതിനെ കുറിച്ചും ഞങ്ങൾ ആശങ്കാകുലരാണ്, കാരണം ഞങ്ങൾക്ക് രണ്ട് പദപ്രയോഗങ്ങൾ ഊർജ്ജ സാന്ദ്രതയ്ക്ക് മറ്റൊന്ന് ഉണ്ടായിരുന്നു. മൊമെന്റം ഡെൻസിറ്റിക്കും അവയ്ക്കിടയിൽ ഒരു സ്വാഭാവിക ബന്ധമുണ്ടായിരുന്നു ഒരു കണികയ്ക്ക് വേണ്ടി വരുന്ന ഊർജ്ജവും ആവേഗവും അതിനാണ് നമ്മൾ ചെയ്യേണ്ടത്, അതിനായി ഞാൻ ഒരു അടിസ്ഥാന നിരീക്ഷണം നടത്തും, അതിനാൽ നമ്മൾ ഇപ്പോൾ കണികകളെ ആപേക്ഷികമായി നോക്കുന്നു, എനിക്ക് രണ്ട് പദപ്രയോഗങ്ങൾ ആവശ്യമാണ്, എനിക്ക് രണ്ട് പദപ്രയോഗങ്ങൾ ആവശ്യമാണ്, ആദ്യത്തെ പദപ്രയോഗം ഞാൻ എഴുതുന്ന ഊർജ്ജമാണ് ഒരു മൈനസ് v ന്റെ റൂട്ടിന് മീതെ m Naught c സ്ക്വയർ ചെയ്തു, c സ്ക്വയർ കൊണ്ട് സ്ക്വയർ ചെയ്തിരിക്കുന്നു, അടുത്ത എക്സ്പ്രഷൻ ഞാൻ ഒരു മൈനസ് v ന്റെ റൂട്ടിന് മുകളിൽ m Naught v എന്ന് എഴുതുമ്പോൾ c സ്ക്വയർ സ്ക്വയർ മൊമെന്റം ആണ് ഒരു വെക്ടർ കോഴ്സ്, പക്ഷേ അത് ഒരു ദിശയിലൂടെ മാത്രമേ നീങ്ങുന്നുള്ളൂ എന്ന് സങ്കൽപ്പിക്കുക, അതിനാൽ ഞാൻ വെക്റ്റർ ചിഹ്നം വരച്ചിട്ടില്ല, അല്ലാത്തപക്ഷം നിങ്ങൾക്ക് വേണമെങ്കിൽ എനിക്ക്

വെക്റ്റർ ചിഹ്നം ഇടാം, വലിയ കാര്യമൊന്നുമില്ല, ഇപ്പോൾ രണ്ട് പ്രധാന സവിശേഷതകൾ ഉണ്ട് , അവ രണ്ടും പ്രശ്നമാണെന്ന് ഞങ്ങൾ ശ്രദ്ധിക്കുന്നു എന്നാൽ ഇവ രണ്ടും കൂടിച്ചേർന്നാൽ ഒരു പക്ഷേ നമ്മൾ എന്താണെന്ന അവസ്ഥയിൽ നിന്ന് രക്ഷപ്പെടാം, കാര്യം എന്തെന്നാൽ, m 0 e ന് തുല്യമായ p ന് തുല്യമാണെങ്കിൽ 0 ന് തുല്യമാണെങ്കിൽ, അതിനർത്ഥം ഒന്നും ചെയ്യാനില്ല എന്നാണ്. c ന് തുല്യമായ v ആണെങ്കിൽ മറ്റൊരു വശത്ത് ഭൗതിക സംവിധാനമില്ല പൂജ്യം ഊർജ്ജം അത് നിലവിലില്ല, ഊർജ്ജം കൊണ്ട് ആക്കം ഇല്ല, അതായത് യഥാർത്ഥത്തിൽ ബാക്കിയുള്ള ഊർജ്ജം ഉൾപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നത് ഓർക്കുക m Naught c ചതുരാകൃതിയിലുള്ളത് ഗതികോർജ്ജം മാത്രമല്ല, അതിനാൽ m പൂജ്യത്തിന് തുല്യവും c ന് തുല്യവും രണ്ട് തീവ്ര പരിധികളാണ്. അർത്ഥശൂന്യമാണ് ഇപ്പോൾ നമ്മൾ ചെയ്യാൻ ആഗ്രഹിക്കുന്നത് അനുരഞ്ജനമാണ് e ഇവ രണ്ടും ഒരുമിച്ച് എടുത്ത് സ്ഥിരമായ ഒരു ബന്ധം നേടുന്നതിന് ശ്രമിക്കുക, ഞങ്ങൾ അത് ചെയ്യുന്ന രീതി e യും p യും തമ്മിലുള്ള m ഒന്നും ഇല്ലാതാക്കുകയും നിസ്സാരമല്ലാത്ത പരിഹാരങ്ങൾ ഉണ്ടോ എന്ന് ചോദിക്കുകയും ചെയ്യുക, അതിനാൽ a എന്നത് m ന് തുല്യമാണെന്ന് ഞാൻ ആവർത്തിക്കട്ടെ. 1 മൈനസ് വി സ്ക്വയർ 1 മൈനസ് വി സ്ക്വയർ ഉപയോഗിച്ച് സി സ്ക്വയർ ചെയ്താൽ നിങ്ങൾ അത് നിങ്ങളുടെ മാസ് ഡിഫെക്റ്റ് ഫോർമുലയിൽ ഉപയോഗിക്കും എന്റെ പി റൂട്ട് വൺ മൈനസ് വി സ്ക്വയർ ചെയ്തത് സി സ്ക്വയർ, അതിനാൽ ഞാൻ എന്ത് ചെയ്യും , ഇഇയുടെ സ്ക്വയർ എടുക്കും പൈയുടെ ചതുരം e സ്ക്വയർ m ന് തുല്യമായ സ്ക്വയർ ലഭിക്കും , 4 ന്റെ ശക്തിയിൽ 1 മൈനസ് v സ്ക്വയർ, c സ്ക്വയർ എന്റെ p സ്ക്വയർ m Nough സ്ക്വയർ v സ്ക്വയർ, ഒരു മൈനസ് v സ്ക്വയർ, c സ്ക്വയർ എന്നിങ്ങനെ ഒരു ലളിതമായ കണക്കുകൂട്ടൽ നിങ്ങളോട് പറയും. ഞാൻ പ്രവർത്തിക്കാൻ പോകുന്നില്ല, അതായത് നിങ്ങൾക്ക് e സ്ക്വയർ തുല്യമായി m Naught സ്ക്വയർ c സ്ക്വയർ c എന്ന് 4 പ്ലസ് p ന്റെ ശക്തിയിൽ c സ്ക്വയർ c എന്ന് എഴുതാം എന്നത് വളരെ ലളിതമായ ഒരു പദപ്രയോഗമാണ് , അതിനാൽ e ചതുരം p അല്ലാതെ മറ്റൊന്നുമല്ലെന്ന് നിങ്ങൾക്ക് പരിശോധിക്കാം. ചതുരം c സ്ക്വയർ പ്ലസ് m അല്ലാത്ത ചതുരം c ലേക്ക് 4 ന്റെ ശക്തി ആയതിനാൽ ഇവിടെ എന്താണ് സംഭവിക്കുന്നത് e ഉം p ഉം ആയിരുന്നു m എന്നതിന് ആനുപാതികമായി ഇപ്പോൾ e-യും pi-ഉം തമ്മിലുള്ള ബന്ധം p എന്നെഴുതാൻ പാടില്ലാത്തതിൽ ഞാൻ ഖേദിക്കുന്നു, അതിൽ ഞാൻ വളരെ ഖേദിക്കുന്നു, ഞാൻ പദപ്രയോഗം വീണ്ടും എഴുതട്ടെ, എന്റെ e സ്ക്വയർ p സ്ക്വയർ c സ്ക്വയറിന് തുല്യമാണ്, m Naught square c എന്നത് 4-ന്റെ ശക്തിക്ക് തുല്യമാണ്, അതിനാൽ ഇവിടെ എങ്കിൽ ഊർജവും p യും തമ്മിലുള്ള ബന്ധം നോക്കൂ, ഇത് ഒരു ഏകീകൃത ബന്ധമല്ല e ആണ് അനുപാതം e ചതുരം p ചതുരത്തിന് ആനുപാതികമാണ്, ഇത് ഏകതാനമായ പദത്തിലെ ഒരു അസമമായ പദമാണ് , അതിനർത്ഥം ഞാൻ m 0 ന് തുല്യമായി വെച്ചാൽ ഇപ്പോഴും നിസ്സാരമല്ലാത്തവ ഉണ്ടെന്നാണ്. പരിഹാരങ്ങൾ

അങ്ങനെ ഞാൻ m നട്ടും 0 ന് തുല്യമായി വെച്ചാൽ എനിക്ക് pc ന് തുല്യമായ e ലഭിക്കും, അതാണ് ഊർജ്ജ സാന്ദ്രതയും മൊമെന്റം സാന്ദ്രതയും തമ്മിലുള്ള ബന്ധത്തിലൂടെ മാക്സ്വെൽ പറയുന്നത്. ബാക്കിയുള്ള പിണ്ഡമുള്ള കണികകളുണ്ട്, അത് 0 ന് തുല്യമല്ല, ഈ കണങ്ങൾക്ക് ഒരിക്കലും പ്രകാശവേഗതയിൽ ചലിക്കാൻ കഴിയില്ല, നിങ്ങൾ അവയെ പ്രകാശവേഗതയിൽ ചലിപ്പിക്കാൻ ശ്രമിച്ചാൽ അവയുടെ ഊർജ്ജം അനന്തതയിലേക്ക് പോകുന്നു, അതിനാൽ അവയ്ക്ക് ഒരിക്കലും ചലിക്കാൻ കഴിയില്ല, പക്ഷേ o എല്ലായ്പ്പോഴും പ്രകാശവേഗതയിൽ ചലിക്കുന്ന കണികകളുണ്ട്, എന്നാൽ അവയുടെ ബാക്കിയുള്ള പിണ്ഡം 0 ന് തുല്യമാണ്, പ്രതികരണം 0 ന് തുല്യമാണ്, അതിനാൽ വൈരുദ്ധ്യമൊന്നുമില്ല, അതിനാൽ ഞങ്ങൾ 0 ന് തുല്യമായി m ഇട്ടിട്ടില്ല കൂടാതെ c ന് തുല്യമായ ഈ സമവാക്യം എന്നാൽ ഊർജ്ജം എങ്ങനെ മാറുന്നുവെന്നും ഭൗതിക വ്യവസ്ഥയെ ആശ്രയിച്ചുള്ള ആക്കം എങ്ങനെ മാറുന്നുവെന്നും മാക്സ്വെൽ നമ്മോട് പറയുന്നില്ല , മാക്സ്വെൽ സമവാക്യത്തിൽ നിന്ന് വരുന്ന ഇൻപുട്ടാണ് ആവൃത്തി കാരണം അത് മാറുന്നതെന്ന് മാക്സ്വെൽ പറയുന്നു. പ്രകാശത്തിന്റെ കണികാ സ്വഭാവത്തെക്കുറിച്ച് സംസാരിക്കുന്നത് തികച്ചും യുക്തിസഹമാണ് , ആപേക്ഷികത എന്ന സങ്കൽപ്പവുമായി അതിനെ സംയോജിപ്പിച്ച്, ഉയർന്ന വേഗതയിലേക്ക് നോക്കുമ്പോൾ ഒരു കണത്തിന്റെ വേഗത വലുതും വലുതുമായാൽ നമുക്ക് ന്യൂട്ടോണിയൻ മെക്കാനിക്സ് ഉപയോഗിക്കാൻ കഴിയില്ലെന്ന് നമുക്കെല്ലാവർക്കും അറിയാം. നമുക്ക് ഐൻസ്റ്റീനിയൻ മെക്കാനിക്സ് ഉപയോഗിക്കേണ്ടതുണ്ട്, ഇതാണ് ഞങ്ങൾക്ക് ഉള്ളത് അതിനാൽ ഇത് ഞങ്ങൾക്ക് വളരെ പ്രധാനപ്പെട്ട ഒരു കാര്യമാണ്, എനിക്ക് ചെയ്യാൻ കഴിയാത്ത അധിക പരീക്ഷണ തെളിവുകൾ നൽകാനാണ് ഞാൻ ഇപ്പോൾ പോകുന്നത് വളരെ വിശദമായി ചർച്ച ചെയ്യുക, പക്ഷേ അത് ഫോട്ടോൺ എന്ന സങ്കൽപ്പത്തിലുള്ള നിങ്ങളുടെ വിശ്വാസം പുനഃസ്ഥാപിക്കട്ടെ, ഐൻസ്റ്റൈൻ ശരിയാണെങ്കിൽ അതെന്താണെന്ന് നമുക്ക് നോക്കാം ഇതെല്ലാം സാധുതയുള്ളതായിരിക്കണം, അതിനാൽ ആദ്യം നമുക്ക് നോക്കാം പ്രകാശത്തിന്റെ വിസരണം എല്ലാ സമയത്തും ചിതറിക്കിടക്കുമ്പോൾ. സൂര്യന്റെ പ്രകാശം നമ്മിൽ എത്തുന്നു, അത് അന്തരീക്ഷത്തിൽ ചിതറിക്കിടക്കുന്നു, വാസ്തവത്തിൽ അതിന്റെ ഭൂരിഭാഗവും അയണോസ്ഫിയറിൽ നിന്ന് പ്രതിഫലിക്കുന്നു അൾട്രാവയലറ്റ്, അതിനാൽ പ്രകാശത്തിന്റെ ചിതറലിൽ റേലി സ്കാറ്ററിംഗ് എന്ന് വിളിക്കപ്പെടുന്നു, അവിടെ പ്രാരംഭ ആവൃത്തി അവസാന ആവൃത്തിക്ക് തുല്യമാണ്. ഇൻകമിംഗ് ഫ്രീക്വൻസി അവസാന ഫ്രീക്വൻസി പോലെയാണ് ഒന്നും സംഭവിക്കാൻ പോകുന്നില്ല പ്രചരണത്തിന്റെ ദിശ മാറുന്നു, പക്ഷേ ഊർജ്ജം മാറുന്നില്ല അല്ലെങ്കിൽ ആവൃത്തി മാറുന്നില്ല, എന്നാൽ നിങ്ങൾ ഐൻസ്റ്റീൻ സിദ്ധാന്തത്തിൽ വിശ്വസിക്കുന്നുവെങ്കിൽ, നിങ്ങളുടെ വികിരണത്തിന് സാധ്യതയുള്ള മറ്റൊരു സാധ്യതയുണ്ട് ഊർജത്തിന്റെ ഒരു ഭാഗം ഇലക്ട്രോണിലേക്ക് പോകാം എന്നാൽ ഇലക്ട്രോണിന്റെ ഒരു ഭാഗം ഒരു ഫോട്ടോണിന് ചിതറിപ്പോകാൻ കഴിയും, അതായത് ഞാൻ ചിതറിയ ഫോട്ടോണിലേക്ക് നോക്കിയാൽ അല്ലെങ്കിൽ ചിതറിക്കിടക്കുന്ന പ്രകാശം ഞാൻ ഇലക്ട്രോണിലേക്ക് നോക്കുന്നില്ല, ചില ചിതറിക്കിടക്കുന്ന പ്രകാശത്തിന് ഇൻകമിംഗ് ഉള്ളതിനേക്കാൾ കുറഞ്ഞ ആവൃത്തി ഉണ്ടായിരിക്കണം, അതാണ് ഐൻസ്റ്റൈൻ പറയുന്നത് അത്തരം ഒരു പ്രതിഭാസമുണ്ട് , അതാണ് ഐൻസ്റ്റൈന്റെ കാലത്തും ഉണ്ടായിരുന്ന രസകരമായ കാര്യം. സ്റ്റോക്സ് നിയമം

എന്ന് വിളിക്കപ്പെടുന്ന സ്റ്റോക്സ് നിയമം നിങ്ങളോട് പറയുന്നത് സ്റ്റോക്സ് നിയമം നിങ്ങളോട് പറയുന്നു, ഇവിടെ ഒരു പുതിയ ഇലക്ട്രോൺ വരുന്നു, ഇത് ഭാഗികമായി ആഗിരണം ചെയ്യപ്പെടുന്നു , ഞാൻ അത് ക്രമാനുഗതമായി കാണിക്കുന്നു, അതിനാൽ ഇതാണ് എന്റെ പ്രാരംഭ ഊർജ്ജം. അന്തിമ ആവൃത്തി nu f nu i-നേക്കാൾ കുറവാണ്, കാരണം ഊർജ്ജത്തിന്റെ ഒരു ഭാഗം മാത്രമേ ഇലക്ട്രോണിലേക്ക് കൈമാറ്റം ചെയ്യപ്പെട്ടിട്ടുള്ളൂ, അതിനാൽ ലാംഡയേക്കാൾ lambda f വലുതാണ് , പ്രകാശത്തിന്റെ തരംഗ വീക്ഷണകോണിൽ നിന്ന് മനസ്സിലാക്കാൻ എളുപ്പമല്ലാത്ത ഈ ബന്ധം ഐ സ്റ്റോക്ക് നിരീക്ഷിച്ചിരുന്നു. വളരെ സ്വാഭാവികമായ ഒരു കാര്യം, പ്രകാശത്തിന്റെ കണികാ സ്വഭാവത്തിന് മറ്റൊരു പരീക്ഷണാത്മക തെളിവ് ഉണ്ടെന്ന് നിങ്ങൾ കാണുന്നുവെന്ന് ഐൻസ്റ്റൈൻ പറഞ്ഞു, ഇതാണ് സ്റ്റോക്ക്സ് നിയമം, ഇതിനെയാണ് സ്റ്റോക്ക്സ് നിയമം എന്ന് വിളിക്കുന്നത്, അതിനാൽ ഞങ്ങൾ ഒരു കാര്യം ചർച്ച ചെയ്തു ഞങ്ങൾ നേരത്തെ ചിന്തിക്കാത്ത അധിക പരീക്ഷണാത്മക തെളിവുകൾ അതുകൊണ്ടാണ് ഫോട്ടോ ഇലക്ട്രിക് ഇഫക്റ്റിനെക്കുറിച്ചുള്ള ഐൻസ്റ്റീന്റെ വിശദീകരണം പ്ലാങ്ക് സിദ്ധാന്തത്തേക്കാൾ ശക്തമാണെന്ന് ഞാൻ പറഞ്ഞത്, അത് ശരിയാണെങ്കിൽ, ആവേഗവും ഊർജ്ജവും നിരീക്ഷിക്കാൻ കഴിയുന്ന ഒരു പരീക്ഷണം നടത്താൻ എനിക്ക് കഴിയണം നിരീക്ഷിക്കുക , അതിനെ കോംപ്റ്റൺ സ്കാറ്ററിംഗ് എന്ന് വിളിക്കുന്നു, അതിനാൽ ഇവിടെ ഒരു ഫോട്ടോൺ വരുന്നു എന്ന് സങ്കൽപ്പിക്കുക, ഇവിടെ ഒരു ഇലക്ട്രോൺ വരുന്നു, ഒരു ഫോട്ടോൺ പുറത്തേക്ക് പോകുന്നു , ഒരു ഇലക്ട്രോൺ പുറത്തേക്ക് പോകുന്നു ഗാമാ ഗാമാ ഇലക്ട്രോൺ ഇലക്ട്രോൺ, നിങ്ങൾക്ക് ഇത് രണ്ട് കണങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള തികച്ചും ഇലാസ്റ്റിക് കൂട്ടിയിടിയായി കാണാൻ കഴിയും. കോംപ്റ്റൺ സ്കാറ്ററിംഗ് എന്ന് വിളിക്കപ്പെടുന്ന മൊത്തം ഊർജ്ജവും മൊത്തം ആവേഗവും സംരക്ഷിച്ചിരിക്കുന്നു , ക്വാണ്ടം സ്കാറ്ററിംഗ് ആദ്യമായി കണ്ടത് 1911-ലോ 1912-ലോ ആണ് എന്ന് ഞാൻ വിശ്വസിക്കുന്നു, കൂടാതെ e h nu p-ന് തുല്യമായ e-ന് തുല്യമായ ബന്ധം നിങ്ങൾ ഉപയോഗിക്കുകയാണെങ്കിൽ, നിങ്ങൾ അത് ചെയ്യണം ഞങ്ങൾക്ക് താൽപ്പര്യമുള്ള അവസാനത്തേത് മനസ്സിലാക്കാൻ കഴിയൂ, അതിനെയാണ് രാമൻ സ്കറ്ററിംഗ് എന്ന് വിളിക്കുന്നത്, ഐൻസ്റ്റൈൻ അനുമാനിച്ചതിന് ശേഷം ഞാൻ നിങ്ങളെ ഉപേക്ഷിക്കും ഫോട്ടോഇലക്ട്രിക് ഇഫക്റ്റിൽ ഒരു ഫോട്ടോൺ മാത്രമേ ആഗിരണം ചെയ്യപ്പെടൂ , എന്നാൽ ഒരു ഫോട്ടോൺ മാത്രമേ ആഗിരണം ചെയ്യാവൂ എന്ന് പറയുന്ന ഭൗതിക തത്വങ്ങളൊന്നുമില്ല , ഇലക്ട്രോൺ ഒരു സമയം ഒരു ഫോട്ടോണുമായി മാത്രമേ ഇടപഴകാവൂ എന്ന് ആരും എന്നോട് പറഞ്ഞില്ല, അതിനാൽ ശരിയായ രീതി എന്താണ് പറയേണ്ടത് രണ്ട് ഫോട്ടോണുകളുമായി ഇടപഴകുന്ന ഒരു ഇലക്ട്രോണിന്റെ സംഭാവ്യതയുമായി താരതമ്യം ചെയ്യുമ്പോൾ ഒരു ഫോട്ടോണും ഒരു ഇലക്ട്രോണും തമ്മിലുള്ള പ്രതിപ്രവർത്തനത്തിന്റെ സംഭാവ്യത വളരെ വലുതാണ് അല്ലെങ്കിൽ ഇലക്ട്രോൺ തന്നെ ഫോട്ടോണിന് ഊർജ്ജം നൽകാനുള്ള മറ്റൊരു സാധ്യതയുണ്ടെന്നാണ് ഈ തത്വം. ഒരു പ്രത്യേക സാഹചര്യം, രാമൻ ഇഫക്റ്റിന്റെ കാര്യത്തിൽ സംഭവിക്കുന്നത് യഥാർത്ഥത്തിൽ ഇലക്ട്രോൺ ചിതറിക്കിടക്കുന്നിടത്താണ്, യഥാർത്ഥത്തിൽ അതിന് ഉയർന്ന ഊർജ്ജം നേടാനാകും, ഈ സമയമത്രയും എന്റെ ഫോട്ടോൺ ഇലക്ട്രോണിലേക്ക് ഊർജം കൈമാറ്റം ചെയ്യുന്നുവെന്ന് ഞങ്ങൾ അനുമാനിച്ചു, എന്നാൽ ഇലക്ട്രോണിനും ഇത് കൈമാറാൻ കഴിയും. എല്ലാവർക്കും ഫോട്ടോണിലേക്ക് ഊർജം കൈമാറാൻ കഴിയും ,

അങ്ങനെയെങ്കിൽ എന്ത് സംഭവിക്കണം, ചിതറിക്കിടക്കുന്ന ഇലക്ട്രോണിന് ഉയർന്ന ആവൃത്തി ഉണ്ടായിരിക്കണം, ഇവയാണ് സി. ആൻറി-സ്റ്റോക്ക് ലൈനുകൾ ഇവയെ ആന്റി-സ്റ്റോക്ക് ലൈനുകൾ എന്ന് വിളിക്കുന്നു , ഫോട്ടോൺ സിദ്ധാന്തത്തിന്റെ അനന്തരഫലമായി വീണ്ടും മനസ്സിലാക്കാവുന്ന പ്രശസ്തമായ രാമൻ ഇഫക്റ്റാണ്, അതിനാൽ ഞങ്ങൾ എന്താണ് ചെയ്തതെന്ന് നിഗമനം ചെയ്യുന്നത് പരീക്ഷണാത്മക വസ്തുതകൾക്ക് ശ്രദ്ധ നൽകുകയും മനസ്സിലാക്കുകയും ചെയ്യുക എന്നതാണ്. തരംഗ വിവരണത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ ഇത് മനസ്സിലാക്കാൻ കഴിയില്ല, പക്ഷേ ഇടപെടലിന്റെയും വ്യതിചലനത്തിന്റെയും കാര്യത്തിൽ തരംഗ വിവരണത്തിന് വളരെ ശക്തമായ പരീക്ഷണാത്മക അടിത്തറയുണ്ടെന്ന് ഞങ്ങൾ പറഞ്ഞു, എന്നിരുന്നാലും ഞങ്ങൾ നിരീക്ഷിക്കുന്ന ഇടപെടലും ഡിഫ്രാക്ഷൻ പ്രതിഭാസങ്ങളും താരതമ്യപ്പെടുത്തുമ്പോൾ വളരെ വലിയ സമയ സ്കെയിലുകൾ ഉൾക്കൊള്ളുന്നു. ആന്ദോളനത്തിന്റെ അടിസ്ഥാന സമയ സ്കെയിൽ എന്നാൽ ഫോട്ടോ ഇലക്ട്രിക് എമിഷനിൽ വളരെ ചെറിയ സമയ സ്കെയിലുകൾ അനുവദനീയമാണ്, കണികാ സ്വഭാവം വളരെ യുക്തിരഹിതമായ കാര്യമല്ലെന്ന് ഞങ്ങൾ പറഞ്ഞു, ഐൻസ്റ്റൈൻ പറഞ്ഞത് ഇതാണ് , ഫോട്ടോ ഇലക്ട്രിക് ഇഫക്റ്റും ഏത് നല്ല മോഡലും പോലെ ഈ മോഡലും വിശദീകരിക്കാൻ ഞങ്ങൾക്ക് കഴിഞ്ഞു അത് സ്വയം തുറന്നുകാട്ടുന്നു , ആ സിദ്ധാന്തം പരിശോധിക്കുന്നതിനുള്ള അധിക വഴികൾ തുറക്കുന്നു, ഞങ്ങൾ മൂന്ന് പ്രത്യേക പ്രതിഭാസങ്ങൾ കാണിച്ചുതന്നു . ചിതറിക്കിടക്കുന്ന വികിരണത്തിന് ഉയർന്ന തരംഗദൈർഘ്യമോ കുറഞ്ഞ ആവൃത്തിയോ വരാൻ സാധ്യതയുള്ള ടോക്സ് നിയമം, ഒരു സ്വതന്ത്ര ഇലക്ട്രോണിനും സ്വതന്ത്ര ഫോട്ടോണിനുമിടയിൽ നടക്കുന്ന ഊർജ്ജത്തിന്റെ ഒരു ഭാഗവും മൊമെന്റം അല്ലെങ്കിൽ കോംപ്റ്റൺ സ്കാറ്ററിംഗിന്റെ ഒരു ഭാഗവും കൈമാറുന്നു, എന്നാൽ ഇവിടെ ഇലക്ട്രോണുകൾ എല്ലാം ബന്ധിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു . അവിടെ നിങ്ങൾ ഇലക്ട്രോണിന്റെ ആക്കം, ഫോട്ടോണിന്റെ മൊമെന്റം എന്നിവയെക്കുറിച്ച് വിഷമിക്കേണ്ടതുണ്ട്, അത് കണികാ വിവരണവുമായി പൂർണ്ണമായും പൊരുത്തപ്പെടുന്നു, ഒടുവിൽ ഫോട്ടോൺ ഉള്ളിടത്ത് പുറത്തുവരുന്ന വികിരണത്തിന് ഉയർന്ന ആവൃത്തി ഉണ്ടായിരിക്കാൻ കഴിയുന്ന രമൺ ഇഫക്റ്റിലും ഞാൻ പരാമർശിച്ചു . ഊർജ്ജം നേടുന്ന വസ്തുത, അവസാന ഭാഗത്തോട് ഞാൻ പൂർണ്ണ നീതി പുലർത്തിയിട്ടില്ല, അതിനാൽ നിങ്ങൾ പിന്തുടരുന്നില്ലെങ്കിൽ അതിനെക്കുറിച്ച് അധികം വിഷമിക്കേണ്ട, എന്നാൽ ഐൻസ്റ്റൈൻ ചെയ്തത് കേവലം ഒരു ഭാവനയോ ഏതെങ്കിലും തരത്തിലുള്ള കൈപ്പത്തിയോ അല്ല എന്നതാണ് വസ്തുത അതിലേക്ക് ഒരുപാട് ചിന്തകൾ കടന്നു പോയിട്ടുണ്ട്,

അങ്ങനെയാണെങ്കിൽ ക്ലാസിക്കൽ തരംഗത്തിന് ഒരു തരംഗത്തെ പ്രതിഭാസം പോലെ പ്രകടിപ്പിക്കാൻ കഴിയും എന്നത് സ്വാഭാവികമായ ഒരു ചോദ്യം ഉയർന്നുവരുന്നു. ഒരു കണികയ്ക്ക് സമാനമായ ഒരു

പ്രതിഭാസവും പ്രകടിപ്പിക്കാൻ കഴിയും, ഇത് പ്രിൻസ് ലൂയിസ് ഡി ബ്രാവ്ലിയുടെ മഹത്തായ ഉൾക്കാഴ്ചയായിരുന്നു, ഞങ്ങൾ അടുത്ത ക്ലാസ്സിൽ നിന്ന് പഠിക്കാൻ പോകുകയാണ്, അതിനാൽ ഇപ്പോൾ നമുക്ക് നിർത്താം നിങ്ങൾക്ക് നല്ല സമയം ആസ്വദിക്കാം

Pruto@IITK